А. ТОМИЛИН

КАК ЛЮДИ ИЗУЧАЛИ СВОЮ ЗЕМЛЮ

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Научно-художественные очерки об истории познания Земли.

-
- ОТ АВТОРА
- Глава первая
- Глава вторая
- Глава третья
- Глава четвертая
- Глава пятая
- Глава шестая
- Глава седьмая
- ЭПИЛОГ, ИЛИ ПУТЕШЕСТВИЕ НА МАШИНЕ ВРЕМЕНИ С СЕМЬЮ ОСТАНОВКАМИ
-

Л. ТОМИЛИН
КАК ЛЮДИ ИЗУЧАЛИ СВОЮ ЗЕМЛЮ

НАУЧНО-ХУДОЖЕСТВЕННАЯ КНИГА

ЛЕНИНГРАД
«ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»
1983

55
Т 56

Научный редактор доктор геолого-минералогических наук Н. Н. Верзилин
Оформление и рисунки Б. Забирохина
На форзаце воспроизведена гравюра XVII века

© ИЗДАТЕЛЬСТВО «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА», 1983 г.

ОТ АВТОРА

Однажды, работая в Ленинградской Публичной библиотеке, я увидел в отделе редкой книги удивительный фолиант. Не книга, а книжища, большого формата «ин фолио», переплетенная в тисненую телячью кожу. Тронутые желтизной страницы, порыжевший от времени текст и строгая латынь: «Cosmographia».

В переводе «космография» — описание мира. Ее автор — немецкий ученый монах Себастиан Мюнстер собрал все, что знали его современники о Земле. Он записал их рассказы и придал им занимательную и общедоступную форму. Книга вышла в свет примерно через сто лет после изобретения книгопечатания и пользовалась таким успехом, что в течение века издавалась более двадцати раз. А ведь в ту пору среди жителей Европы было не так уж много грамотеев...

Ах, как любопытно было листать ее, всматриваться в рисунки и даже время от времени продираться сквозь нелегкий текст. Со дней ее написания прошло четыреста пятьдесят лет. Жизнь неузнаваемо переменилась. Развилась и неизмеримо расширилась наука. Теперь, чтобы собрать все сведения о Земле, пришлось бы, наверное, написать четыреста пятьдесят томов, каждый из которых превзошел бы мюнстеровскую «Космографию» по объему.

Как же прошагали люди такой длинный путь? Как изучали они свою Землю и каких результатов добились? Эти вопросы мне часто задают ребята, когда я рассказываю им о новых теориях и древних гипотезах, о законах природы и заблуждениях человеческого ума. Иногда мои слушатели и читатели возражают: «Почему говорят, что все изменилось в наших представлениях, ведь Земля осталась прежней?»

Конечно! Но сегодня даже школьники пятого класса, приступая к изучению географии, учатся комплексному подходу к предмету. Они изучают не просто Землю, а сложную систему, состоящую из нескольких взаимосвязанных оболочек-сфер:

литосферы — земной коры, верхней твердой оболочки Земли;

гидросферы — прерывистой водной оболочки, включающей в себя океаны и моря, озера, водохранилища, реки, ручейки и даже болота, а также льды и снега;

атмосферы — газообразной или воздушной оболочки планеты.

И наконец, биосферы — области распространения жизни на Земле, охватывающей верхнюю часть литосферы, всю гидросферу и нижнюю часть атмосферы.

Вы можете спросить: «Что же — разве раньше люди не знали земной коры, воды и воздуха?» Знать-то знали, но рассматривали

все по отдельности. Ученые не думали о взаимодействии и взаимосвязи всех оболочек, о том, что между ними происходит непрерывный обмен веществом и энергией. Ведь именно в наше время возникло новое представление о географической оболочке Земли, которая включает в себя все перечисленное. И здесь уже понадобилась связь наук «земных» с науками «небесными». Потому что все природные процессы, которые идут в географической оболочке, осуществляются либо за счет внутренней энергии Земли, либо за счет энергии Солнца. А много ли мы знаем о внутреннем строении нашей планеты и о ее внутренних силах?

Честно говоря, мне было самому интересно собирать сведения об этом. Если бы вы знали, с кем и с чем только не пришлось при этом познакомиться... Когда я работал над первой книжкой «Как люди открывали свою Землю», я был историком и путешественником. Вместе с древнегреческим историком Геродотом собирал рассказы о древних народах, с Колумбом и Беллинсгаузеном плавал через океаны. Отыскивая материалы для второй книжки, той, которую вы сейчас держите в руках, я стал геологом — представителем многих наук о Земле. Ведь еще академик Владимир Афанасьевич Обручев говорил, что именно «геология учит нас заглядывать в глубь времен... смотреть открытыми глазами на окружающую природу и понимать историю ее развития».

Если удастся осуществить замысел и написать еще книжки об атмосфере, гидросфере и биосфере Земли, то я еще не раз сменю специальность и стану воздухоплавателем-метеорологом, океанографом и биологом. Но это в будущем. А пока...

Дома на столе, возле телефона, лежит обломок зернистого столбика — керна из скважины. Я им прижимаю бумаги, чтобы они не разлетались. Подарили мне керн буровики. А вынут он из скважины на Кольском полуострове с глубины десять километров!

Вы разочарованы? Сначала я тоже не испытывал восторга. То ли дело, когда в одном музее видел я лунный грунт. Вот это да — камни, привезенные с самой Луны! За триста восемьдесят четыре тысячи километров слетали космические корабли. Пробились через безвоздушное пространство, сквозь радиацию, через космос. Взяли с поверхности другого небесного тела грунт. Взлетели с него и снова через пространство, радиацию и космос привезли на Землю. Фантастика! Один камешек мне даже позволили подержать в руках...

А тут каких-то десять километров в глубину собственной планеты! Разве можно сравнивать? Но вот я познакомился с трудом геологов и встретился с буровиками, чтобы ощутить трудности этой работы; поговорил с инженерами-специалистами,

чтобы понять сложности технического решения; встретился с учеными, чтобы уловить важность проблемы. И все мои представления изменились коренным образом. Конечно, буровая не космодром и сравнивать достижения космонавтики и геологии, наверное, не следует. Хотя что-то общее безусловно есть. И одна отрасль знания и другая — шагают в неизвестное. И одна и другая обеспечиваются наисовершеннейшей технической мыслью. У одной и другой успехи на самом передовом крае современной науки. А вот пишут и рассказывают о буровиках сверхглубоких скважин значительно меньше, чем о космонавтах. Между тем сказать, что космический поиск для человечества важнее и что за пределами атмосферы для конструкторов трудностей больше, чем в недрах на глубине 10—15 километров, никак нельзя.

Скептики могут снова возразить: «Подумаешь, десять—пятнадцать километров. Да в океане есть и естественные впадины вполне сравнимой глубины. Десять километров — это же в шестьсот тридцать семь раз меньше земного радиуса. Если представить себе нашу планету величиною с арбуз, то такая сверхглубокая скважина — не более чем крохотный булавочный укольчик в его толстой коже!»

Что на это ответишь? Все правильно. Цифры не ошибаются. И все-таки бурый обломок керна с глубины 10 километров — достижение ничуть не меньшее, чем камень с Луны. А уж для науки этому обломку цены и вовсе нет! Ведь получается, что о планетах Солнечной системы, о сложнейших ядерных реакциях на Солнце и на звездах мы знаем больше, чем о процессах, происходящих под ногами, в недрах собственной планеты.

Конечно, сегодня существует масса превосходных книг об истории Земли, о ее внутреннем строении, об океанах и атмосфере. В них написано о прошлых гипотезах и современных достижениях. Это книги о науке. Но меня всегда больше интересовали люди и те причины, по которым они приходили к своим предположениям в разные времена. Наверное, потому героями всех моих книжек, наряду с научными идеями, являются ученые — носители этих идей и общество, в котором они жили, и даже предрассудки, оказавшие, как ни странно, немалое влияние на научные взгляды своих эпох.

Потому, наверное, я и считаю одним из самых замечательных афоризмов слова удивительного ученого семнадцатого века, математика и физика, философа и писателя Блеза Паскаля:

«Не огромность мира звезд вызывает восхищение, а человек, который измерил его».

Пусть же эти слова станут эпиграфом к нашей книжке.

Глава первая
КАК ЗЕМЛЯ РОЖДАЛАСЬ

Сколько ни существует человечество — вопрос о том, *как* и *когда* образовалась Земля, интересовал всех. Самые давние мифы — древние священные религиозные сказания начинались всегда с повествований о сотворении мира. Пожалуй, вопрос о том, как и из чего родилась Земля, был одним из первых вопросов, с которым первобытный человек обратился к самому себе, едва смог перевести дух и оглядеться в жестокой борьбе за существование.

Сегодня объяснения, придуманные нашими далекими предками, могут показаться наивными. Но если вдуматься в них, отбросив высокомерие, то сколько прозорливой мудрости на пожелтевших страницах древних книг.

Каждое время выдвигало свои гипотезы. Почему, казалось бы, такая отвлеченная тема, как образование планеты, волновала и продолжает волновать людей? Давайте задумаемся: с чего начинаются науки о человеке? С изучения ребенка, с тайны его рождения. С момента появления человека на свет, накладывающего неизгладимый отпечаток на всю его остальную жизнь. А разве не то же самое, что биология для человеческой жизни, представляет собой наука о происхождении небесных тел — космогония для судьбы нашей планеты? Ведь только зная прошлое, можно правильно планировать будущее. Вот почему каждое время выдвигало свои гипотезы, соответствовавшие уровню развития общества, тому, что люди в то время знали.

ВРЕМЯ МИФОВ

Вначале представления о мире у наших предков не слишком отличались от представлений о той местности, в которой они жили. Разве что мир казался покрупнее. Горы — больше домов и хижин. А могучие реки — шире и обильнее ручейков, питавших поля.

Но коли мир был больше домов и селений, то создавать его и строить должны были существа посильнее человека, то есть — боги! А как строить? Древние египтяне, например, считали, что великий бог Хнум как гончар слепил некогда из глины большое яйцо. Из яйца вылупилась Земля и все, что ее окружает.

Островные народы, промышляющие рыбной ловлей, уверяли, что боги выудили их острова из океана.

Пожалуй, самую законченную картину рождения мира создали древние греки. «Вначале был Хаос — великая бездна, наполненная смесью земли, воды, воздуха и огня. — Пели греческие певцы-рапсоды, переходя из деревни в деревню, из города в город. — В Хаосе полном творческих сил таился источник всей жизни мира... — Эти строчки не очень хорошо понимали ни слушатели, ни сами рапсоды, и потому певцы переходили побыстрее к вещам более конкретным. — Все возникло из безграничного Хаоса — весь мир и бессмертные боги. Из Хаоса произошла Земля — богиня Гея и Небо — бог Уран. Широко распростерлись они и дали жизнь всему, что растет, движется, живет и суетится...»

Примерно таким оказывался смысл древнегреческого мифа о начале мира. Не очень понятный, но так и должно было быть. Ведь где боги — там и тайны. Пока древнегреческие боги занимались делом — строили и благоустраивали Землю, все шло как надо. Дело это не легкое и ответственное, о постороннем не очень-то задумаешься. Но, построив мир, небожители забрались на высокий Олимп и от нечего делать стали вмешиваться в людские дела, стали бражничать и ссориться. Очень уж у них, согласно мифам, оказались взбалмошные и безалаберные характеры.

Между тем каждое утро без опозданий всходило солнце. И его путь нисколько не зависел от тех делишек, которыми занимался бог Солнца — Гелиос. Также и хранительница ночи — Луна преисправно вела календарь пастухов, не заботясь о

чувствах богини Луны — Селены.

Возникало противоречие. С одной стороны, довольно бестолковая компания небожителей, которые даже между собой не могут прийти к согласию. А с другой — стройная система мироздания с неизменным и вечным порядком. Понятно, что в головах некоторых мудрецов стали появляться сомнения: «Да могла ли вообще эта несолидная небесная публика создать такой совершенный механизм мира?» А от сомнений до отрицания один шаг!

Нет-нет, древнегреческие мудрецы вовсе не покушались на то, чтобы отрицать существование богов. Преимущества мифов о них мудрецы прекрасно понимали. Ведь боги всемогущи и их волей и деяниями можно объяснить все то, на что пока не хватало конкретных знаний. И потому древнегреческие мудрецы не отрицали богов. Они только старались, объясняя устройство мира, обходиться без божественной помощи. Вопросы же «Как и когда произошел мир?» они заменили вопросом: «Как мир устроен?». Тут уж они давали волю фантазии и строили всевозможные модели...

Всемирный потоп. С гравюры XVIII в.

Сегодня даже трудно представить, каких высот достигли бы наши знания, если бы наука продолжала развиваться так, как это началось в Древней Греции. Но путь цивилизации сложен.

В европейский мир пришла новая религия с новым суровым и грозным единым богом в трех лицах. Он один, говорило священное писание, создал мир и один во всем прав. А следовательно, учения древних мудрецов-философов — ложны и их следует запретить. Так и поступили. В одно «прекрасное время» учения эти предали забвению, а книги сожгли.

«Вначале бог сотворил небо и землю, — говорилось в священной книге — Библии. — Земля же была безвидна и пуста, и тьма над бездною, и дух божий носился над водою. И сказал бог: да будет свет. И стал свет...» Христианский бог сам разделил воду и сушу, засеял сушу травами и засадил деревьями. Изготовил звезды и планеты, Луну и Солнце. Населил моря рыбами, а сушу животными и, наконец, сотворил человека: сначала сотворил мужчину, по имени Адам, а потом — женщину Еву. Так учили монахи, и все должны были верить этой сказке. «Какою бог создал землю, — говорили святые отцы, — такой она и останется до скончания веков!» Правда, в этом утверждении не все было логично. Сами монахи частенько находили в горах окаменелые раковины и камни с отпечатками древних рыб. «Кто занес их на высокие вершины?» — вопрошали они друг друга и тут же бежали искать ответ в той же Библии. А там и на этот случай была подходящая сказка.

Когда людей на земле расплодилось чересчур много, они погрязли в грехах и позабыли, что нужно за все благодарить, славить и непрерывно бояться бога. Позабыли о нем! И великий творец разгневался. Он наслал на землю потоп: «И продолжалось на земле наводнение сорок дней (и сорок ночей), и умножилась вода... так, что покрылись все высокие горы, какие есть под всем небом: на пятнадцать локтей поднялась над ними вода...»

Вот и ответ на вопрос о том, кто занес раковины и рыб на вершины. Разве не так? А кто не верит — тот злостный еретик. Сомнения от дьявола-сатаны. За них — на костер!.. Попробуйте-ка тут посомневаться.

Не всех, конечно, могли запугать костры. Нет-нет да и спросит кто: «А из чего господь бог сотворил землю?» Великий опыт народный подсказывал точно: из ничего — ничего и не сделаешь. А тут «сотворил», и все... И вот начали появляться рассказы, дополняющие священную историю. Сначала они ходили от одного рассказчика к другому устно. Потом их стали записывать. Появились целые книги. Называли эти сочинения апокрифами. Это означало, что сюжет в рассказах был библейский, но содержание не совпадало с официально принятой версией. Церковь не признавала апокрифы и запрещала их не только печатать, но и читать.

Однако читатели не желали считаться с такими запретами. Они переписывали запрещенные книги от руки, переделывали их, дополняли, вводили своих героев, а непонятного бога и дьявола-сатану наделяли вполне человеческими чертами характера, и они становились ближе и понятнее людям.

Когда я был маленьким, бабушка не раз рассказывала мне одну сказку о сотворении земли. Каждый раз сказка чуточку отличалась от предыдущей, но было все равно интересно. Сейчас я ее постараюсь вспомнить...

«Давно, давно это было. В те времена еще и земли-то не существовало в мире, а расстилалось кругом одно неоглядное море. Надоела такая пустынная картина богу и решил он создать сушу.

Позвал бог бесовского князя Сатану и велел ему нырнуть на дно морское, принести песку. Гордый был Сатана, высокомерный, но ослушаться бога не посмел. Нырнул! Добрался до самого дна, набрал песку полные руки и — наверх. Пока всплывал, вода весь песок из кулаков повымыла, осталась лишь грязь под ногтями. Отдал он богу грязь и снова нырнул. Крепко зажал добытый песок в ладонях. Вынырнул, глядит, а бог из той грязи, что у него под ногтями была, остров на море сотворил. Ровная да гладкая простиралась земля на острове, и уже травка кое-где начинала пробиваться. Позавидовал Сатана богу: эк ведь как хорошо придумал. Ну погоди, и я не хуже... Отдал песок и снова шасть на дно. Еле донырнул. Но уж теперь не только в руки песку набрал, но и в рот. Полные щеки набил. Еле выплыл. Глядит, а бог у острова пляжик песчаный пристроил, да такой-то веселый, такой мягкий...

Отдал Сатана песок, что в руках принес, и в сторону отворотился. Жадность его одолела. «Схороню-ка что за щекой, себе оставлю. После тоже землю сделаю, еще лучше, для одного себя...» А бог кончил работу и спрашивает: «Ну как, все ли отдал?»

Сатана хотел ответить, да забыл, что рот полон песком и камнями, поперхнулся, закашлялся, заплевался. Полетели у него камни изо рта. Где какой упадет, там гора сделается. Куда Сатана плюнет, там и болото. Испугался бес, что работу богу испортил, ударился бежать. Где копыто ни поставит, там яма или овраг выроется. Еще хуже стало. Воротил его бог. Не ругал, даже жалел: экий, мол, незадачливый...

А уж свечерело. Притомились работники. Легли спать-почивать. Бог-то уснул сном праведным, а Сатана не спит, злоба его точит. Стал он потихоньку бога спиной к обрыву подталкивать. Толкнет, толкнет и затаится. Не проснулся ли?

Нет, спит бог, намаялся. И снова Сатана его толкнет. Всю-то ночь толкал, даже похудел. А утром солнце взошло. Поглядел Сатана, а кругом, сколько глаз хватает, протянулись степи безбрежные. Это он бога-то толкал, толкал, а земля под ним и вырастала: чтобы в воду, значит, бог не упал.

Так и произошла на свет матушка-земля наша со степями ковыльными да с пляжами морскими мягкими, с бесовскими горами и болотами. А потом уж ее и зверь, и птица, и человек заселили».

Вот какую сказку мне рассказывала бабушка. Но сказки сказками, а как на деле наша Земля образовалась?

ПРОТИВ ЗАБЛУЖДЕНИЙ РАЗУМА

Если вы взглянете на портрет Бэкона, то сразу скажете: этот человек жил в конце XVI — в первой половине XVII века в Англии. Высокий лоб и внимательные глаза говорят о его прирожденном уме, наблюдательности. А роскошная одежда и шляпа говорят о его богатстве и аристократическом происхождении. Но есть в его облике и какое-то противоречие. Может быть, вы угадаете за кистью художника и резцом гравера спрятавшиеся честолюбие и неудовлетворенное тщеславие, а также неразборчивость в средствах достижения цели? Все будет правильно. Кто же он, этот человек, словно сотканный из противоречий эпохи?

Сэр Фрэнсис Бэкон — младший сын лорда — хранителя печати, солиситор — стряпчий суда при королеве Елизавете и фаворит, первое лицо в государстве при короле Якове I. Удивительна судьба восхождения к вершине власти и жестокого падения Бэкона. Но еще удивительнее его научная судьба... Впрочем, давайте по порядку...

Фрэнсис Бэкон родился в 1561 году. Еще в ранней юности усвоив, что его как младшего отпрыска в семье английского аристократа не ждут унаследованные знатность и богатство (они по закону доставались старшему наследнику, то есть старшему брату), он решил посвятить жизнь науке.

Бэкон наметил грандиозный план «великого восстановления наук», со времен античности пришедших, по его мнению, в полное забвение. И в этом он был не столь уж не прав...

В ту пору в университетах учили по старинке. Главное значение придавалось тому, что написано или подтверждено Библией. А ежели попадался вопрос, которого не касались мифы священной книги, то на помощь призывались сочинения древних

философов, признанные церковью. А надо сказать, что богословы давно уже выбрали из этих сочинений все то, что не противоречило христианскому вероучению. И избранное объявили непреложной истиной... Любой факт, любая фраза, даже если в них заключались явные ошибки, должны были студентами приниматься на веру без сомнений.

И уж, конечно, ничто из этих откровений не нуждалось в доказательствах. Доходило до смешного. Например, описывая муху две тысячи лет назад, Аристотель ошибся. Он написал, что у нее десять ножек. Как на грех, именно это его сочинение попало в список, утвержденный церковью. И что бы вы думали? Век за веком почтенные философы повторяли по книге Аристотеля его ошибку, и никому даже в голову не приходила мысль поймать надоедливое насекомое и пересчитать ему ноги. Более того, если кто и замечал несоответствие, то убежденно говорил, что перед ним, конечно, муха урод, а великий Аристотель все равно прав!

Такое слепое преклонение перед авторитетами очень мешало науке двигаться вперед. И время от времени кто-то из ученых выступал с призывом отказаться от сложившейся практики. Но во-первых, это было опасно. На страже утвержденных правил стояла церковь, поддерживаемая кострами инквизиции. А во-вторых, никто не знал, что можно предложить взамен...

Порою над решением этой проблемы задумывался и Бэкон. Тогда он отвлекался от придворной мишуры и погружался в серьезные размышления. Но потом наплыв прилежания проходил, и он снова оказывался во власти светских страстей. После смерти королевы Елизаветы сэр Фрэнсис, путем немалых сделок с совестью, стал любимцем следующего короля и достиг высшей власти. Он получил пост канцлера и лорда — хранителя печати. Казалось бы, ничто не могло его сокрушить. Но тут парламент обвинил его во взяточничестве и в массе других злоупотреблений, присудил к огромному штрафу и тюремному заключению... Правда, король заплатил его долги и освободил из Тауэра. Но позор и бесчестье не позволили Бэкону вернуться ко двору. Он остался в своем имении и остаток жизни действительно посвятил науке.

Почему так живучи заблуждения разума и ложные идеи, задумывается он и находит «призраков» или «идолов», которые уводят людей с пути познания истины. Избавиться от них — значит увеличить власть человека над природой. Но для этого нужно накопить истинные знания. Знание — сила! Он первым произнес этот девиз. И первым провозгласил, что истинное знание приобретается только через опыт. Лишь множество опытов, результаты которых согласуются между собой, могут

объяснить отдельные факты. А сумма результатов, обработанная с помощью логики, позволит отвлечься от конкретного содержания каждого опыта в отдельности и перейти к обобщениям, к общим законам природы. Такой путь познания называется индуктивным. И Бэкон стал его проповедником.

Он разделил науки по способностям человека. В основу истории, например, положил память. Поэзию отнес к воображению, а философию — к рассудку. Очень большое значение Бэкон придавал науке о природе, разделив ее на теоретическую и практическую части. При этом он считал, что теория должна исследовать причины явлений, а практика объяснять их.

Фрэнсис Бэкон не был настоящим естествоиспытателем и потому часто недооценивал некоторые научные открытия своего времени. А математике отводил только вспомогательную роль. Но он правильно понял дух и направление развивающегося знания. И его взгляды сыграли чрезвычайно важную роль в развитии науки.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЗЕМЛИ ПО ДЕКАРТУ

Давайте из Англии переправимся через пролив Ла-Манш во Францию примерно на четверть века позже времени Бэкона. Здесь иезуиты следят за тем, чтобы не встречались ереси. И если новые идеи могут хоть как-то угрожать церкви, они тут же пресекаются. В памяти жителей Европейского континента еще не стерлась позорная картина мученической смерти на костре Джордано Бруно. В Италии еще идет процесс против Галилея. В самой Франции парижский парламент только что осудил Антуана Вийона и других противников устаревшей средневековой философии — схоластики. И все-таки в просвещенных кругах общества появляется все больше и больше людей, ищущих новые пути в науке.

Однажды важный папский чиновник в Париже, кардинал, интересовавшийся наукой, собрал у себя гостей. Он предлагал послушать лекцию одного из знатоков медицины и химии, который собирался выступать против Аристотеля. Среди приглашенных был молодой человек по имени Рене Декарт. Совсем недавно он оставил военную службу и обратился к философии.

После окончания лекции все выражали восторг по поводу смелости ученого, покусившегося на авторитет. И лишь Декарт скромно сидел в углу и молчал. «Что же вам не нравится?» —

спросил хозяин дома. Тогда молодой человек предложил присутствующим выдвинуть какой-нибудь тезис, являющийся по общему мнению абсолютной истиной, то есть такой, который невозможно опровергнуть. Ну хотя бы такие слова поэта Менандра: «...кто ничего не знает, тому не в чем и ошибаться».

На это знаменитое высказывание Декарт тут же привел двенадцать правдоподобных доводов-аргументов, которые полностью доказали ложность выдвинутого утверждения. «Молодец!» — похвалили присутствующие. А Декарт предложил привести какое-нибудь ложное утверждение. И так же с помощью двенадцати других аргументов на глазах изумленных гостей кардинала превратил ложный тезис в истину.

«Это говорит о том, — скромно заключил философ свою демонстрацию, — что не следует всего лишь правдоподобные рассуждения, какими я воспользовался, слишком поспешно принимать за истинные». И в ответ на вопросы, как же отличить правду от вымысла, коли последний рядится в правдоподобные одежды, отвечал: «Нужно сомневаться! Свидетельства чувств, логика, опыт и авторитеты — все должно быть подвергнуто сомнению и рационалистическому анализу. Не обманывает лишь бог!» Декарт, воспитанный в коллеже иезуитов, был с детства приучен к осторожности.

Несколько лет спустя, уже в Голландии, куда он переселился, поскольку там была не столь напряженная религиозная атмосфера, он выпускает книгу «Рассуждения о методе». В ней Декарт подробно отвечает на вопрос, как искать истину, и дает читателям четыре правила своего метода:

1. Не принимать за истину ничего, пока не убедишься в несомненной истинности;

2. Дробить каждую трудность на простейшие части;

3. От простых и общих истин подниматься, как по ступеням, к более сложным;

4. Обобщать познанное так, чтобы быть всегда уверенным в том, что ничто не пропущено.

Декарт предлагал рассуждать, анализируя, и переходить от общих суждений к частным.

Вы, наверное, заметили, что его предложение прямо противоположно методу Бэкона. Метод Декарта — от общего к частному — назывался дедуктивным методом. Примером его может послужить хорошо знакомая вам наука геометрия. В ней из общих положений, из аксиом, выводятся правила для решения множества частных задач. В геометрии Декарт видел идеал для построения новой философии.

Из осторожности Декарт еще не отказывался от бога. Бог, по

мнению ученого, создал материю в виде первичного хаоса, находящегося в движении. Но затем философ делает очень хитрый ход. Он говорит, что поскольку бог вечен и неизменен, а в природе все движется и непрестанно меняется, то недостойно бога вмешиваться в изменяющуюся природу. Таким образом Декарт ловко избавился от участия бога в построении мира сразу же после создания хаоса. Он так и пишет, что, дескать, законы природы «вполне достаточны, чтобы заставить частицы материи распутаться и расположиться в весьма стройном порядке».

Что же представляла собой, по мнению Декарта, первичная материя? В ходе перемешивания ее в первоначальном хаосе частицы дробились и менялись, пока не пришли к такому состоянию, что смогли рассортироваться по трем группам. В первую вошли самые мелкие. Они проникали всюду и заполнили промежутки между другими частицами, составив собою легкий и очень подвижной элемент огня.

Вторая группа объединила более крупные, хорошо отшлифованные частицы — они вошли в элемент воздуха.

Третья же группа — это самые крупные и медленно движущиеся частицы, составившие элемент Земли. Сцепляясь намертво, они образовали твердые тела. А те, что были более подвижными и легкими, создали воду.

Какие же законы управляли всеми этими массами? Декарт ввел в своем сочинении «Начала философии» несколько правил. «Первое правило состоит в том, — писал он, — что каждая часть материи по отдельности всегда продолжает оставаться в одном и том же состоянии до тех пор, пока встреча с другими частями не вызовет изменения этого состояния».

Прочтите эти строки еще раз. Не кажутся ли они вам знакомыми? Особенно если прибавить к ним еще третье правило из той же книги: «...каждая из частиц тела по отдельности стремится продолжать движение по прямой линии».

Да ведь это не что иное, как закон инерции, который лежит в основе науки, изучающей движение тел. Его и сегодня учат в школе. Что же содержалось во втором правиле? «Второе правило, предполагаемое мною, заключается в следующем: когда одно тело сталкивается с другим, оно может сообщить ему лишь столько движения, сколько само одновременно потеряет, и отнять у него лишь столько, насколько оно увеличит свое собственное движение». Смотрите! И этот закон нам знаком. Называется он «законом сохранения количества движения» и является одной из первых формулировок великого закона сохранения энергии.

Правила, сформулированные Декартом, образовали фундамент его физики. Но, чтобы составить законченную

физическую картину мира, ему не хватало картины рождения Земли. Однако здесь его интересы сталкивались с интересами церкви. Еще во время учебы в иезуитском коллеже юный Декарт усвоил: со святыми отцами не шутят. И чтобы познакомить читателей со своими взглядами на происхождение мира, он пишет некое «фаблио» — вымысел о том, как бы это могло быть с неким воображаемым миром.

Земля после сотворения. Со старинной гравюры.

Он рассказывает, как в первоначальном хаосе благодаря взаимодействиям частиц образовались первичные вихри — мощные круговые движения, которые он часто наблюдал на полях и дорогах Голландии. Каждый из таких вихрей имеет свой центр. В первичной материи раздробленные крошки частиц материи неба, выдавленные вихревым движением к центру, образуют огненный круговорот. Из него впоследствии образуется Солнце, а в других местах — звезды. Более тяжелые частицы оттесняются к краям вихря. Там они слипаются, сцепляются друг с другом и образуют тела планет. Причем каждая из планет вовлекается вихрем в кругообразное движение вокруг своего центрального светила. Планеты остывают, уплотняются, покрываются коркой. Под нею пары конденсируются в воду. В воде осаждается тяжелый слой... И только в самом центре планеты остается первоначальный огонь. Его жар гонит неостывшую материю вверх

по трещинам, сушит внешнюю корку. Кора обрушивается, ее куски падают в воду, нагромождаются друг на друга и образуют горы.

Картина, нарисованная Декартом, поразила современников. В ней не было места богу. Оказалось, без него вполне можно обойтись...

Философия Бэкона и физика Декарта заложили основы новой науки. Здесь не было преклонения перед авторитетами, не было бесконечных повторений надоевших истин. Только анализ и доказательства. Как всегда немало напортили последователи. Так, сторонники Бэкона довели его учение до крайности, заявив, что лишь опыт и индукция могут дать правильные ответы на все вопросы. Те же, кто выбрал своим знаменем Декарта, стремились построить наглядную модель всего мира сразу теоретически, с помощью логики рассуждений, опираясь на истинные законы.

Идею о первоначальном огненно-жидком состоянии Земли поддерживали многие естествоиспытатели семнадцатого столетия. Это казалось очевидным. Ньютон говорил, что только из вращающейся жидкости мог образоваться такой шар, каковым является наша планета. Немецкий философ Лейбниц тоже полагал, что Земля вначале была расплавленной и, лишь постепенно охлаждаясь, покрылась коркой, а выпавшие из облаков дожди наполнили океаны.

Правда, причина возникновения Земли была все-таки неясна. Оставалось неизвестным и то, сколько времени понадобилось на весь этот процесс. Однако следующая модель происхождения нашей планеты появилась лишь в восемнадцатом столетии, предложенная Жоржем Бюффоном.

ЖОРЖ ЛУИ ЛЕКЛЕР, ГРАФ ДЕ БЮФФОН

В 1707 году в провинции Бургундии, что лежит на востоке Франции, в семье небогатого государственного чиновника Леклера родился первый сын, которого назвали Жоржем Луи. Когда мальчику исполнилось десять лет, умер какой-то родственник и мать получила солидное наследство. Вся жизнь Леклеров тут же переменилась. Они купили роскошное имение Бюффон с развалинами старого замка на холме. А папаша Леклер, заплатив требуемую сумму, приобрел должность советника в городском магистрате Дижона. В те времена государственные должности открыто продавались, пополняя казну короля. В Дижоне Жорж Луи учился в коллеже и в

университете. После окончания учебы он решил продолжить свое образование и поступил на медицинский факультет университета города Анже. Здесь он с увлечением занялся ботаникой.

Казалось бы, все идет как нельзя лучше. И вдруг — неожиданная ссора с одним из офицеров. Вызов. Запрещенная королем дуэль. И первым же выпадом Жорж убивает своего противника наповал. Нужно бежать, но куда? Конечно, в крупный город, где можно скрыться от эмиссаров короля. Молодой человек перебирается в Нант. Здесь случайно знакомится с богатым английским аристократом, который приглашает его путешествовать. И они уезжают.

Полтора года спустя в Италии Жорж Леклер получает известие о смерти матери. Он возвращается во Францию, получает свою долю наследства и прибавляет к фамилии название доставшегося поместья — де Бюффон. И снова все прекрасно. Он молод, образован, богат, любит деньги, поскольку они доставляют ему удовольствия жизни, и умеет увеличивать свой капитал. Возле своего имения Бюффон строит «кузницу». По сути дела это был довольно изрядный по тем временам металлургический завод. В цехах работают почти четыреста человек. Мастера плавят металл и изготавливают из него не только садовые решетки, но и пушки.

Кроме того, Бюффон удачно скупил земли близ городка Момбара и занялся лесоводством. На склоне холма в имении разбивают сад. И там тоже человек двести наемных работников. И все-таки не следует думать, что Жорж Луи превратился в простого предпринимателя. Нет, время для капиталистов еще не пришло. Да и слишком любит науку Бюффон и ценит свободу, чтобы жертвовать ими ради прибылей. В саду и в лесах он ведет наблюдения за природой, в кузнице ставит опыты. Однако честолюбивые замыслы Бюффона простираются гораздо дальше провинциальных владений. Его мечта — покорить Париж. И наступает день, когда мы видим молодого честолюбца в должности «Интенданта королевского сада» — любопытного заведения, которое объединяло в себе огород для выращивания лекарственных трав и «кабинет короля» — нечто вроде музея или кунсткамеры. Там время от времени собирались ученые люди Франции.

Как-то в одной из бесед Бюффон предложил королю составить описание всей живой и неживой природы. Король согласился. И Жорж Луи с жаром принялся за дело... Он даже не подозревал, какую сложную задачу взвалил на свои плечи, не имея ни достаточных знаний, ни образования... Но «Бюффон крепкого телосложения, импозантного вида, по природе

властный, во всем жадный до безотложного наслаждения, казалось, хотел угадать истину, а не наблюдать ее». Это был человек «с душой мудреца в теле атлета» — так говорил о нем Вольтер...

Попробуем представить себе образ модного ученого по сохранившимся портретам Бюффона и по описанию нравов Парижа середины восемнадцатого столетия.

Итак, атлетическая фигура в треугольной шляпе и темном плаще. Небольшой белый парик, камзол-жостокар с широкими обшлагами. Шелковые чулки и туфли на красных каблуках — дань моде. Да, я чуть было не упустил из виду шпагу, которая весьма авторитетно выглядывает из-под плаща, — парижские улицы с наступлением темноты небезопасны.

Давайте пройдем по улице Бюффона в современном Париже и перенесемся мысленно на два столетия назад... Вечером, когда уличное движение стихает и темнота скрывает бесчисленные автомобили, занявшие даже тротуары, Париж будто сбрасывает с себя бремя цивилизации двадцатого века. И тогда в его кварталах проступает то, что так хорошо знакомо нам по бесчисленным произведениям художественной литературы, посвященной этому городу. Впрочем, это не только парижская особенность. Если вы хотите почувствовать душу города — бродите по нему, когда люди спят. Знаете ли вы, как прекрасна утренняя Москва часов этак в пять солнечным летом? А Ленинград в белые ночи, когда в воздухе кажется разлита неподвижная мелодия звуков? Ну а Париж? Париж великолепен вечером...

Вот он шагает по мостовой. Красные каблуки прочно печатают шаги, шляпа «касается звезд». Куда направляется Жорж Луи Леклер де Бюффон? Впрочем, стоит ли о том задумываться? Он богат и свободен. Ни одной из его подружек не удалось пока привязать молодого атлета к себе цепями Гименея.

С Сены тянет свежим запахом воды. Ученый сворачивает на бульвар Сен-Мишель — в наши дни веселые парижские студенты называют его «Бульмиш». На углах и сейчас, как два века назад, возле устричных лотков горят факелы. Торговцы в кожаных фартуках ловко вскрывают раковины кривыми ножами и выжимают на розоватую массу половинки лимона. Плывет синеватый дым жаровен. «Каштаны, каштаны, сладкие жареные каштаны!» — кричат продавцы. Возле прилавка уличного рынка тележка на больших колесах. На ней дыни. Шлеп-шлеп — золотистые плоды перелетают из ладоней в ладони. Огородники разгружают товар. Коротка ночь во французской столице. Скоро Париж проснется и потребует пищи, много пищи: фруктов и овощей, хлеба, мяса, вина...

Один из огородников кидает дыни, другой ловит их и укладывает в пирамиду. Жорж Луи останавливается и смотрит, как они трудятся.

HISTOIRE
NATURELLE,
GENERALE ET PARTICULIERE,
AVEC LA DESCRIPTION
DU CABINET DU ROI.
Tome Quatrième.
A PARIS,
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.
M DCCLIII.

Титульный лист сочинения Бюффона «Естественная история».

Мысли Бюффона поглощены предстоящей работой. Он обдумывает главы, посвященные образованию Земли. Вот если бы это было так же просто, как перекладывать дыни... Р-раз! Один из работающих промахнулся и не поймал брошенный плод. Золотистая дыня звучно врезалась в вершину пирамиды и расколола ее. Брызги спелого сока и семечки заставляют Бюффона отскочить в сторону.

Не могло ли подобное происшествие натолкнуть его на мысль о встрече кометы с Солнцем и о рождении планет из «брызг» солнечного вещества? «Нельзя ли вообразить с некоторой долей вероятности, — пишет Бюффон в первом томе своей «Естественной истории», — что некая комета, падая на поверхность Солнца, сместила это светило, и что эта комета отделила от него некую небольшую часть, которой она сообщила движение в том же направлении и тем же толчком, так что планеты некогда принадлежали Солнцу и отделились от него благодаря общей для них всех импульсивной силе, которую они сохраняют еще до сих пор?»

Из дальнейших рассуждений легко понять, что Бюффон представляет себе этот удар по касательной. И когда вырванная струя солнечного вещества начала обращаться вокруг светила, в ней, по закону всемирного тяготения, открытому Ньютоном, стали формироваться тела будущих планет, включая и Землю. Прекрасная гипотеза! И какая доказательная! Недаром же все планеты облетают Солнце в одном направлении... Когда же произошла эта грандиозная катастрофа? У Бюффона готов ответ. Неоднократно в своей «кузнице» он производил такой опыт: брал каменные ядра от древних орудий, раскалял их в печи, а потом замечал время, за которое они остывали. Зная, во сколько раз диаметр Земли превосходит диаметр каменного ядра, он рассчитывал срок остывания планеты. Опыты говорили, что на это понадобилось: Земле — 2936 лет, Луне — 644 года.

К вычисленному сроку Бюффон добавлял еще 34 270 лет, необходимых для возникновения жизни. И прибавлял еще время, необходимое на образование всех окаменелостей, которые находили в земле.

В общей сложности получалось 75 000 лет. В ту пору это казалось огромным, даже непредставимым сроком. А главное, он очень сильно расходился с периодом существования земли «от сотворения мира», установленным церковью. Богословы не могли этого так пропустить. И постарались доставить автору трактата максимум неприятностей. И все-таки Жорж Луи дожил до глубокой старости. В конце жизни у него было довольно много неудач, но сам о себе он был всегда весьма высокого мнения. Так, рекомендуя изучать «больших гениев», насчитывал их всего пять человек в мире: Ньютон, Бэкон, Лейбниц, Монтескье и... Бюффон.

Конечно, сегодня расчеты Бюффона не имеют никакого научного значения. Но роль самого ученого в развитии науки была огромной.

ПАРАД ГИПОТЕЗ

Гипотез о происхождении нашей Земли было выдвинуто очень много. И каждая из них так или иначе повлияла на представления ученых о внутреннем строении нашей планеты. Давайте попробуем бегло перечислить основные из них, чтобы в дальнейшем всегда ориентироваться в том, в эпоху какой гипотезы выдвигались те или иные предположения... Устроим как бы «парад гипотез».

Еще при жизни Бюффона у многих астрономов возникли

сомнения в том, что комета способна «отшибить кусок Солнца». Все началось с того, что королевский астроном англичанин Эдмунд Галлей обнаружил вековую ошибку. Три кометы, посещавшие пределы Солнечной системы с интервалом в семьдесят шесть лет, при тщательной проверке оказались одним и тем же небесным телом. Галлею даже удалось предсказать, когда снова комета появится на земном небе. При каждом посещении орбита небесной гостьи под действием сил притяжения планет Юпитера и Сатурна немножко менялась. Это означало, что комета весьма невелика по своей массе. Будь она массивнее, не планеты притягивали бы ее, а наоборот. Но как же могло тогда столь ничтожное небесное тело, как комета, столкнувшись с Солнцем, «оторвать у него край»? Да она скорее должна была сгореть в ярком пламени светила...

В 1755 году в Кенигсберге вышла из печати безымянная работа, озаглавленная «Общая естественная история и теория неба». Неизвестный автор, подобно греческим философам и Декарту, соглашался, что мир произошел из хаоса, из огромного туманного облака, частицы которого со временем объединились под действием ньютоновской силы и образовали планеты.

Впрочем, этот труд остался неизвестен широкой публике. Книгоиздатель прогорел, и брошюра анонимного автора, коим оказался молодой философ Иммануил Кант, так и осталась на складе. Лишь в конце жизни Кант вспомнил о ней. Но к тому времени широкую популярность приобрела гипотеза происхождения Солнечной системы из раскаленной газовой туманности, выдвинутая выдающимся французским математиком Пьером Лапласом.

Оба предположения были настолько похожи друг на друга, что впоследствии их стали называть общим именем «небулярной гипотезы Канта — Лапласа». Слово «небулярный» означает «туманный». Новая гипотеза очень полюбилась читающей публике. Все в ней было стройно, все логично объяснялось. Правда, прошло некоторое время и новые факты, добытые астрономами, стали понемножку приходить в противоречие с выводами Лапласа. Но это неизбежно. Такова судьба каждой научной гипотезы.

К началу двадцатого века противоречий накопилось столько, что все понимали: пришло время замены небулярной гипотезы на новую. И таковую предложили профессор Ф. Мультон и Т. Чемберлин. Они предположили, что когда-то в отдаленные времена мимо молодого Солнца прошла другая массивная звезда. Своим притяжением она вызвала извержение вещества из Солнца. И из этой выброшенной из недр нашего светила материи

образовались в конце концов планеты. Это была снова «катастрофическая гипотеза», в которой происхождение планетной системы оказывалось в прямой зависимости от космической катастрофы, как у Бюффона.

Английский астроном Дж. Джинс поддержал новую гипотезу, подкрепив строгими математическими расчетами. Он сделал ее такой убедительной, что в короткое время она завоевала умы и сердца, вытеснив другие мнения даже со страниц учебников. Некоторые несоответствия, которые время от времени в ней открывались, тут же исправлялись с помощью уточнений подробностей и новыми допущениями.

Но вот в 1931 году в Америке выходит небольшая книжка Гарри Рессесела «Солнечная система и ее происхождение», в которой автор, по его же словам, «хотел только изложить современное состояние наших знаний о Солнечной системе». И вот он принимается за рассуждения: что произойдет, если при встрече двух звезд между ними протянется длинная лента вещества? Наполовину она должна состоять из солнечного вещества, наполовину из звездного. При этом «середина ленты оставалась бы в этой точке без движения, одинаково притягиваемая Солнцем и звездою». Вот так-так... Значит, никаких планет, находящихся в вечном круговороте вокруг своего светила, образоваться и не могло?

Снова астрономы оказались без руководящей идеи. Сам Рессел и другие специалисты очень хотели «спасти» гипотезу Джинса. Но из этого ничего не получалось.

В 1944 году в «Докладах Академии наук СССР» были опубликованы первые статьи советского ученого академика Отто Юльевича Шмидта. По его мнению, Солнце когда-то встретило на своем пути огромную холодную газопылевую туманность. Таких туманностей в космосе много. И встреча с ними для звезды не такое уникальное явление, как встреча с другой звездой. Часть туманности последовала за светилом, стала как бы его спутником. По существующим законам природы она стала вращаться, сплющилась. Отдельные частицы сливались друг с другом, стали образовываться в окрестностях Солнца комки будущих планет.

Шмидт не был профессиональным астрономом. В течение жизни он занимался многими разделами науки: математикой и геофизикой, исследованиями Арктики и астрономией. В Геофизическом институте он организовал группу из молодых сотрудников, которые с энтузиазмом принялись за разработку его идей.

На первый взгляд, в новой гипотезе было не много нового.

Шмидт внимательно изучил представления своих предшественников и у каждого взял наиболее разумную и обоснованную часть. Это обстоятельство явилось одной из очень сильных сторон его гипотезы.

Сегодня у ученых нет единого взгляда по этому вопросу. Все или почти все соглашаются с тем, что формироваться планеты стали из холодного облака и лишь потом разогрелись. В остальном же имеется множество разногласий. И несмотря на гигантский скачок в астрономии за последние годы, спорам по поводу происхождения планетной системы конца пока не видно.

Какие праздники в году самые веселые? По-моему, день рождения и Новый год! А не кажется ли вам, что они чем-то похожи? Смотрите: в каждый день своего рождения вы чувствуете, как становитесь на год старше и, конечно, значительно умнее и красивее. Так во всяком случае говорят поздравляющие. А что Новый год? В этот день наша планета начинает новый виток вокруг Солнца и тоже становится старше... Выходит, что день рождения — это как бы ваш личный «Новый год», который отмечает время, прошедшее с момента появления на свет. А когда родилась Земля?..

Глава вторая
КОГДА ЗЕМЛЯ РОДИЛАСЬ

Я хотел бы начать рассказ о том, как люди добирались до истинной даты рождения своей планеты, с одного исторического эпизода. Произошел он в Москве 283 года тому назад... Надо сказать, что жила в ту пору столица неспокойно. Вернувшийся из поездки за границу молодой царь Петр чудил, ломая старину. Он резал бороды боярам, заставлял снимать долгополое русское платье и одеваться по-иноземному. Царь устраивал забавы — одна другой страшнее — с пальбой из пушек и фейерверками. Он закладывал корабли и вводил новые учреждения вместо старых приказов.

Утром 20 декабря пошли по площадям да по торговым рядам бирючи с барабанщиками. Стали скликать народ — слушать новые царевы указы. Первый назывался: «О писании впредь Генваря с 1 числа 1700 года во всех бумагах лета от рождества Христова, а не от сотворения мира». Дивились гости гостиной сотни, слушая бирюча, дивились посадские и ремесленные люди всякого чина и звания: «Чего еще царь-от удумал?»... А барабаны стучали и бирючи читали громкими голосами, нараспев:

«Известно великому государю, что не только во многих европейских христианских странах, но и в народах славянских, которые с восточною православною нашею церковью во всем согласны, как волохи, молдавы, сербы, далматы, болгары и самые великого государя подданные черкасы и все греки, от которых вера наша православная принята, — все те народы согласно лета свои счисляют от рождества Христова осьмь дней спустя...» А посему велел великий государь «лучшего ради согласия с народами европейскими в контрактах и трактатах» отныне, после 31 декабря 7207 года от «сотворения мира», считать и писать 1 января 1700 года «от рождества Христова».

«Что ж, — говорили друг другу люди московские, — нам все едино, что одна цифирь, что другая. То дело подьячих — крапивного семени числа в бумагах блюсти». Впрочем, тогда смысл нового указа был, наверное, более понятен, чем сегодня. Нас не может не удивить странный срок — 7207 год! Какое-то «сотворение мира»! И «рождество Христово» через 5508 лет после «сотворения»!.. И тут, пожалуй, для лучшего понимания сути дела стоит нам с вами сделать небольшое «прибавление» к тексту или, если хотите, «отступление» от главной темы повествования...

ПРИБАВЛЕНИЕ

Люди давно поняли, что, записывая или даже запоминая исторические события, нужно всегда указывать, когда они произошли. Иначе все перепутается в памяти. А от какого момента следует начинать отсчет времени?..

Первобытные народы обычно принимали за начало отсчета какое-нибудь памятное событие: землетрясение или наводнение — потоп, войну или мор. В древних рабовладельческих государствах: в Египте, Вавилоне, в Греции и Риме — счет вели по царствованиям, по консулам, по олимпиадам.

Не очень-то удобно при каждом новом фараоне, царе, консуле или даже императоре начинать счет времени сызнова. Следовало отыскать какую-то одну общую, приемлемую для всех, дату начала летосчисления. Римляне предлагали начинать счет «от основания Рима». И хотя такой единой даты в принципе существовать не могло, поскольку само «основание» легендарно, этот счет привился и им довольно широко пользовались. Ведь для составления календаря безразлично — действительное или выдуманное событие положено в его основание. Важно определить его дату.

Но языческий Рим пал! Большинство народов Европы приняло новую — христианскую — религию. В основе ее лежала вера в Иисуса Христа — сына бога, который пришел на землю, чтобы спасти человечество от грехов. История же земли до пришествия Христа была записана в первой части священной книги Библии. По ней-то и предложили монахи вести летосчисление «от сотворения земли» богом. «Уж лучшей системы летосчисления, — говорили

они, — придумать трудно».

Но как узнать, когда именно состоялось «сотворение»? Библия точной даты не дает. И вот между церковниками начались споры. Одни утверждали, что «сотворение мира» произошло семь тысяч лет назад, другие называли меньшие сроки. Более двухсот «мировых эр» предлагали богословы. И неизвестно, чем бы окончились их прения, если бы тринадцать веков назад не решились наконец патриархи. Они выбрали и утвердили одну дату из всех, постановив, что мир сотворен примерно семь тысяч лет назад. Тогда этот срок казался почти бесконечным.

Пока дата «сотворения мира» редко упоминалась в документах, она сомнений не вызывала. Но со временем стали замечать, что церковные праздники, отмечаемые по календарю, перестали соответствовать библейским легендам. И тогда римский монах Дионисий Малый — скиф по происхождению, вычисляя праздник пасхи, предложил вести христианское летосчисление не от сотворения мира, а от «рождества Христова».

Он уверял, что божий сын родился ровно через 5508 лет после «сотворения». Сначала на это предложение особого внимания не обратили. Расчеты Дионисия были путаными и не очень убедительными. Но со временем идея приобрела сторонников в Ватикане. На папских документах стали появляться сначала обе даты. А потом осталась одна — последняя. Народы и государства разделились. Одни христиане следовали указаниям папы римского и считали годы по-новому, другие придерживались старого стиля. Вот этому-то разнобою и решил положить конец в России царь Петр.

Вы, конечно, понимаете, что обе даты, как «сотворение мира», так и «рождение» Христа — выдуманные. Но мы уже договорились, что для составления календаря это значения не имеет. Чтобы не менять установившейся традиции, мы и сегодня пользуемся эрой, начинающейся от мифического «рождества Христова». Только называем ее либо «новой», либо «нашей» эрой. И все, что произошло до начала нового летосчисления, относим к периоду «до нашей эры».

РЫБЫ НА ГОРАХ

Однажды в горах Южного Урала, расколов геологическим молотком обломок красноватого сланца, мой друг, пригласивший меня в экспедицию, громко вскрикнул и стал созывать всех к себе. «Смотрите, смотрите!» — повторял он, протягивая руку с камнем.

На ровной поверхности мергельной пластины виднелся четкий отпечаток какого-то животного. «Трилобит! — с гордостью говорил мой друг. — Членистоногое. Жил в Кембрии, в самом начале палеозойской эры, примерно пятьсот — шестьсот миллионов лет назад...»

Мы с уважением смотрели на крошечный отпечаток, длиною не больше трех — пяти сантиметров. Из каких далей, из каких глубин вознесло его сюда к нам, на вершины гор? А счастливый обладатель находки уже разворачивал перед слушателями картину пятисотмиллионнолетней давности. Кембрийский период, или кембрий, был впервые выделен английским геологом Седжвиком в 1835 году. Он назвал его по древнему наименованию английской провинции Уэльса, где встречались сланцы этого периода.

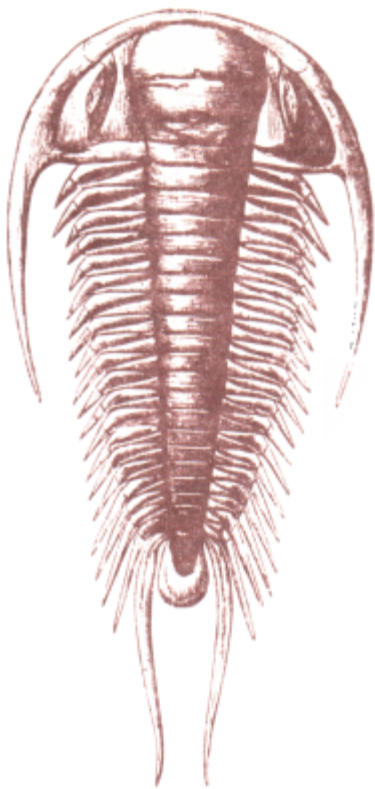


Рисунок трилобита по отпечатку.

Тогда, после долгого господства суши над морем, воды вновь решили взять реванш и пошли приступом. На территориях современных континентов опускались долины и плоскогорья, проваливались горы и на их место приходила вода. Над Алтаем,

над Уралом, над Северной Африкой, представлявшими в ту пору обширные впадины, катил свои волны первобытный океан.

Такое опускание суши продолжалось, правда, не очень долго, каких-нибудь двадцать — тридцать миллионов лет... Но что для вечности какое-то миллионнолетие!..

По всей Земле распространился теплый климат. В кембрийском периоде появляются первые животные со скелетом, с панцирем и раковинами. Наступает время трилобитов. В общем это были ракообразные. Туловище и хвост у них состояли из множества члеников, подобно хвосту современного рака. Часто эти членики оканчивались острыми шипами. Прочные щитки, покрывавшие все тело трилобита, защищали его от нападения врагов, и он спокойно ползал по дну в придонной мути, выискивая пищу. Глаза у большинства из них были развиты слабо, а то и вовсе их не было.

Наша находка относилась к небольшим. Но среди ранних ракообразных встречались и значительно более крупные экземпляры. Сегодня на трилобитов больше всего похожи кинг-крабы, или мечехвосты, которые попадаются иногда у берегов Юго-Восточной и Восточной Азии, а также вдоль восточных берегов Северной и Центральной Америки. Наших мечехвостов называют «живыми ископаемыми», поскольку они существуют, почти не меняясь, уже около 350 миллионов лет...

Эта находка заставила меня вспомнить о том, какие противоречивые мнения бытовали в разные времена среди людей по поводу окаменелостей, встречавшихся в земных слоях.

Жил когда-то, веков за пять или шесть до нашей эры, в Древней Греции философ Ксенофан из города Колофона. Был он в молодости за какие-то провинности изгнан из родного города и даже продан в рабство. Но потом выкуплен. Не раз пересек он Элладу, переходя из города в город, затевая диспуты на площадях и распевая стихи собственного сочинения. Тем и кормился, как большинство нищих философов.

Какое-то время жил Ксенофан в Сицилии. Там в знаменитых каменоломнях он не раз встречал отпечатки рыб и растений на камнях. «Что это такое?» — спрашивали ученики философа. И он отвечал: «Когда-то давно все в мире было построено из глины. Тогда все эти предметы существовали в натуре. Вместе с глиной они затвердели и превратились в камни. Также и люди, населяющие Землю, когда-нибудь тоже погибнут под волнами наступающего моря и превратятся в глину. После чего вся история жизни повторится сначала».

Многие ученые древности писали в своих сочинениях об окаменелостях, найденных в горах. Особенно удивляли камни,

похожие на рыб, и отпечатки морских животных, которые встречались на вершинах гор, далеко от моря. У древних греков родился даже миф о чудовище-горгоне по имени Медуза. На голове у нее вместо волос извивались змеи, а взгляд был таким страшным, что обращал в камень каждого, кто осмеливался взглянуть.

Знаменитый ученый, философ и алхимик средних веков Альберт Великий из Больштедта писал в своем трактате «О минералах и металлических предметах»: «Всем кажется удивительным, что иногда находят камни, которые снаружи и внутри имеют вид животных... Авиценна думает, что причина этому та, что животные, по его мнению, вообще все превращаются в свое время в камни и особенно в солеобразные камни... Это удостоверяет и сказание о горгоне (Медузе), которая будто бы превращала в камень тех, которые на нее оглядывались. Но именем Горгоны называли мощную минеральную силу, оглядывание на нее означало склонность влаги тел к камнесозидающей силе».

«Природа, созидающая мертвый мир, творящая камень, желает подражать жизни, — говорил ученый-иезуит XVII столетия Атанасиус Кирхер. — Она (природа) лепит камни, придавая им очертания живых существ, геометрических и астрономических фигур. Воспроизводит даже формы Луны, Солнца и звезд. Эти таинственные силы природы есть признак божественного всемогущества...»

Аммоновы рога (аммониты). Рисунки окаменевших раковин древних моллюсков.

По мнению Кирхера, природа умеет даже писать буквы на камнях и создавать изображения святых. Мы еще не раз встретимся со взглядами этого великого путаника. Кирхер был философом и математиком, преподавал восточные языки и занимался естествознанием, писал ученые трактаты по физике. И всюду, за что бы он ни брался, рядом с тонкими наблюдениями и остроумными выводами соседствовали такие нелепости, которые сводили на нет всю ценность его исследований. Почему же отец Атанасиус столь слепо верил в чудеса? Дело, наверное, заключалось в том, что почтенный иезуит во всех случаях, когда наблюдаемое явление не поддавалось объяснению, прибегал к помощи бога. Бог способен на все, бог может сотворить чудо. А если так, то что же считать признаком, отделяющим правду от выдумки? Нет, ученому явно не хватало правил Декарта, о которых я вам уже рассказывал...

В XVIII веке жил в Германии, в городе Вюрцбурге один ученый человек. Был он профессором местного университета, учил студентов, «гонял» их на экзаменах, а в свободное время собирал в окрестностях различные окаменелости. Побаивались студиозусы строгого метра, который бывал снисходителен лишь в

периоды своего увлечения поисками новых отпечатков.

Как-то, раскапывая один из обрывов, где уже не раз встречались ему интересные находки, наткнулся профессор Берингер на удивительный камень. На его поверхности был прекрасно виден паук в паутине! Как удалось природе создать такое изображение? Поистине силы ее безграничны.

Прошло несколько дней. В обычный час своих прогулок, едва сдерживая нетерпение, герр Адам Берингер, вооружившись лопаткой, снова приступил к поискам в том же самом обрыве. И, о чудо! Он опять отыскал изображение. Да какое! На этот раз на камне оказался рисунок кометы с длинным хвостом...

С тех пор, забросив занятия и нерадивых студентов, профессор Берингер все силы отдавал поискам чудесных камней и их описаниям. Что только ему не попадалось: камни с изображениями цветов и пчел, Солнца и Луны, камни с древними арабскими и еврейскими письменами... Все это профессор Берингер тщательно описывал и объяснял. И вот — книга напечатана. Она снабжена массой прекрасных гравюр.

Гордый собой, направился ученый к заветному обрыву. Давно уже не попадались ему здесь находки, так радовавшие его. Он перевернул небольшую плитку и... замер... В той же самой манере, тщательно описанной им, Берингер доказывал, что это «рука самой природы», на камне красовалась надпись: «*Профессор Берингер — глупая голова*».

О горе! Все оказалось проще простого. Студенты решили проучить строгого и педантичного Берингера, придиравшегося на экзаменах по пустякам. Молодежь организовала заговор. Изготовили камни с разными изображениями и стали подбрасывать в местах прогулок своего профессора. А тот их «находил»...

Опозоренный ученый отправился по городам, стараясь скупить в книжных лавках свой труд, чтобы уничтожить. И все-таки несколько экземпляров удивительной книги осталось. Они сохранились в библиотеках, напоминая о том, каким нужно быть осторожным в вопросах науки и как не следует доверять тому, что слишком легко дается само в руки.

«Лживые камни Берингера» — под таким названием осталась эта студенческая проделка в истории.

И все-таки, как же попадали раковины и окаменевшие рыбы на вершины гор? И почему животные, кости которых находят ученые, сегодня не встречаются на земле?

КОГДА БЫЛ ВСЕМИРНЫЙ ПОТОП!

Со временем окаменевших останков животных и растений собралось так много, что по ним даже стали восстанавливать облик животных, в давние времена населявших землю. Но почему они все погибли? Самое простое и наглядное объяснение давала Библия.

«В шестисотый год жизни Ноевой, во вторый месяц, в семнадцатый день месяца... разверзлись все источники великой бездны, и окна небесные отворились; и лился на землю дождь сорок дней и сорок ночей... И умножилась вода и подняла ковчег, и он возвысился над землею; вода же усиливалась и весьма умножалась на земле, и ковчег плавал по поверхности вод.

И усилилась вода на земле чрезвычайно, так что покрылись все высокие горы, какие есть под всем небом: на пятнадцать локтей поднялась над ними вода... И лишилась жизни всякая плоть, движущаяся по земле, и птицы, и скоты, и звери, и все гады, ползающие по земле, и все люди; все, что имело дыхание духа жизни в ноздрях своих на суше, умерло.

Истребилось всякое существо, которое было на поверхности всей земли; от человека до скота и гадов, и птиц небесных все истребилось с земли: остался только Ной, и что было с ним в ковчеге. Вода же усиливалась на земле сто пятьдесят дней.

И вспомнил бог о Ное, и о всех зверях, и о всех скотах и о всех птицах, и о всех гадах пресмыкающихся, бывших с ним в ковчеге; и навел бог ветер на землю и воды остановились. И закрылись источники бездны и окна небесные, и перестал дождь с неба. Вода же постепенно возвращалась с земли, и стала убывать вода по окончании ста пятидесяти дней...

Шестьсот первого года жизни Ноевой к первому дню первого месяца иссякла вода на земле; и открыл Ной кровлю ковчега и посмотрел, и вот, обсохла поверхность земли. И во втором месяце, к двадцать седьмому дню месяца, земля высохла».

Короче говоря, существовал мир. Случилась катастрофа. Старый мир погиб и народился новый, тот, в котором мы живем сейчас. Вполне убедительная гипотеза. Доказательства — налицо. Почти у всех народов, населяющих разные континенты, можно встретить мифы о грандиозном потопе.

В основе большинства сказаний лежат истинные происшествия. Так и миф о всемирном потопе мог родиться в результате многочисленных наводнений и катастроф, которыми так богата история нашей планеты. Между прочим, ученые немало поспорили о том, когда именно случился всемирный потоп. Англичанин Джон Вудворд в своей книге «Естественная история Земли» рассказал, что в одном из слоев Земли нашел ископаемые орехи. И эти орехи были неспелыми. А значит, сделал

он вывод, потоп произошел в конце весны. Плоды на деревьях уже образовались, но еще не созрели.

Однако его соотечественник Дж. Парсонс, изучавший ископаемые останки плодов из других мест, пришел к выводу о их полной готовности. И заявил, что убежден в осеннем начале потопа.

Ирландский же архиепископ Джеймс Ашер дал самую точную дату потопа. Он написал, что воды хлынули с неба в воскресенье 7 декабря...

Однако далеко не все ученые соглашались с тем, что мир на нашей планете сменился только в результате потопа. В 1757 году в России вышла в свет работа Михаила Васильевича Ломоносова «Слово о рождении металлов от трясения земли», а шесть лет спустя — вторая: «О слоях земных».

«Напрасно многие думают, что все, как видим, с начала творцом создано; будто не токмо горы, долы и воды, но и разные роды минералов произошли вместе со всем светом; и потому де не надобно исследовать причин, для чего они внутренними свойствами и положением мест разнятся.

Таковые рассуждения весьма вредны приращению всех наук, следовательно и натуральному знанию шара Земного, а особливо искусству рудного дела, хотя оным умникам и легко быть философами, выучась говорить три слова: бог так сотворил, и сие дая в ответ вместо всех причин» — так писал великий русский ученый в своих сочинениях.

По мнению Михаила Васильевича, изменения на поверхности Земли происходят как из-за внешних геологических факторов, то есть из-за разрушительной работы текучих вод, морских волн, сильных ветров и мороза, так и из-за внутренних. Внутренние же причины Ломоносов назвал единым словом «землетрясения», связанные с действием подземного огня. В ту пору весь мир находился под влиянием вестей о сильнейшем землетрясении в 1755 году, разрушившем город Лиссабон.

По замыслу Ломоносова были организованы первые академические экспедиции для изучения обширной территории государства. Русский путешественник и натуралист Иван Иванович Лепехин исследовал залегания горных пород на Урале, в Поволжье и пришел к выводу, что Уральские горы поднялись под действием сил подземного огня.

Другой русский естествоиспытатель, Петр Симон Паллас, объехал Поволжье, Оренбургский край, часть Западной Сибири, Западный Саян и низовья Волги. В 1777 году Паллас выступил на торжественном заседании Петербургской академии с речью, в которой изложил свою теорию строения Земли и образования гор.

Он считал, что первоначально весь земной шар был покрыт водами Мирового океана. Лишь кое-где выступали гранитные острова. Затем в недрах загорелись гнезда колчедана и начались колоссальные вулканические извержения. Именно они подняли со дна моря не только острова, но и континенты. Во время извержений открылись подземные пещеры, куда стекла лишняя вода. Такие катастрофы в истории Земли, по мнению Палласа, происходили не раз. Они сопровождались гигантскими поднятиями суши и невероятными наводнениями. При этом воды, которые стекали в пониженные части земли, приносили с собою и кости животных, погибших во время потопов.

Конец XVIII столетия ознаменовался большими земляными работами на юго-западе Англии. Там на прокладке канала работал землемером человек по имени Вильям Смит. Он обратил внимание, что в каждом слое Земли встречаются свои окаменевшие останки животных и растений. Английский геодезист задумался: а нельзя ли по ним определить последовательность, кто за кем жил, а потом и разделить горные породы по возрасту? Смит первым составил геологическую карту Англии. Его открытие дало начало важному разделу исторической геологии — СТРАТИГРАФИИ, которая изучает последовательность формирования горных пород. Именно эта наука позволила ученым в конце концов составить себе представление о геологической истории Земли.

СПОР НЕПТУНА С ПЛУТОНОМ

В конце XVIII века старинный городок Фрейберг был известен в основном своей горной академией. Это и понятно: уже пятьсот лет существовали здесь серебряные рудники. И главным делом горожан издавна считалось горное дело. Кроме того, во Фрейберге имелись чугунолитейные заведения и золототкацкие мастерские. Но молодые люди ехали во Фрейберг за горной наукой.

И пожалуй, самым популярным из профессоров горной академии являлся доктор Абраам Готлоб Вернер — маленький, подвижный человек с глазками-пуговками и улыбчивым пухлым ртом. Он превосходно читал лекции. Слушать его приезжали из других городов, из многих университетов. А сколько раз просили студенты герра профессора написать и издать свои лекции. Но Абраам Готлоб только отмахивался: он любит живое слово, а писаниной станет заниматься в старости.

Горное дело. Со старинной гравюры.

Вернер не всходил — взбегал на кафедру и, устроившись на ней, утвердившись, начинал каждую лекцию с какого-то единого утверждения, которое потом доказывал, развивал и подкреплял многочисленными примерами.

— Вода, мейне геррен, только вода первопричина всех изменений на земле, — говорил он, взмахивая коротенькими руками. — Никогда не была наша планета расплавленной и в горячем состоянии. Она холодна изначально. А ее твердая кора образовалась осаждением из раствора первичного океана. Потому

так много слоев мы находим во всех разрезах и на всех обрывах, пересекающих горы и долины. При этом, поскольку горные породы имеют весьма различные и отличающиеся по химическому составу слои, можно предположить, что и состав вод Мирового океана был далеко не всегда одинаковым...

Дальше Вернер утверждал, что в тех местах, где воды океана были спокойны и недвижны, отложились кристаллические породы — гранит и гнейс, порфир и базальт. Они образовали высочайшие горы, вершины которых, впрочем, никогда не видели неба, ибо их скрывала вода. Ведь и на самых высоких вершинах до сей поры восходители находят окаменелые раковины древних моллюсков. Совсем другая картина встречает нас в затопленных междугорьях. Здесь стремительные подводные течения уносили с собой осадки и кристаллические породы осесть не могли. Постепенно вода разлагалась на «водотворное» и «кислотворное» вещества. А часть ее, испаренная жаркими лучами солнца, переносилась на другие планеты. Уровень Мирового океана понизился. Ветер и солнце разрушили первозданные горы и образовали вторичные породы: известняки, глины, песчаники, мел, гипс, каменный уголь... Горючие вещества в недрах время от времени, конечно, загорались. Они выбрасывали на поверхность кое-где шлаки. Но значительной роли эти явления не играли.

Ах, как читал профессор Вернер свои лекции! Тот, кто их слушал, навсегда становился убежденным сторонником и пропагандистом его взглядов. Ученики Фрейбергской академии, окончив курс, разъезжались по своим странам, где у них появлялись свои ученики. И постепенно мысли и воззрения саксонского профессора распространились по всей Европе. В 1810 году лекции Вернера записал и перевел русский студент А. Ф. Севастьянов. Сторонников взглядов Вернера скоро стали во всем мире называть «нептунистами», по имени бога морей Нептуна.

И вдруг, когда нептунисты только-только начали наслаждаться всеобщим признанием, на горизонте появилось облачко. В 1785 году в Эдинбурге, на собрании ученого общества выступил с лекцией шотландский минералог Джеймс Геттон. Он подверг резкой критике учение нептунизма и категорически заявил, что внутри Земли, безусловно, существует расплавленная масса, которая и оказывает основное влияние на образование горных пород.

Интересно отметить, что природа будто специально создала Геттона прямой противоположностью Вернеру как по характеру, так и по внешнему облику. Сухопарый и язвительный шотландец профилем напоминал грача. Он не отрицал всемирного потопа, но при том утверждал, что это горячие газы и вздымающие силы

внутреннего расплава, словно огромные пузыри, подняли над волнами материки, острова и архипелаги. Часть из них, не выдержав напора, лопалась, и раскаленная лава фонтанами взлетала вверх. Обломки падали и погружались на дно океана, где снова и снова уплотнялись под влиянием все того же внутреннего жара. И снова поднимались материки и снова лопались... Так продолжалось много лет в течение непрерывного развития нашей планеты.

Никакое покушение на устоявшиеся авторитеты не проходит даром. Автору новой гипотезы пришлось выслушать немало неприятных и даже порой оскорбительных обвинений. Но шотландцы не зря славятся своим упрямством. А Геттон был еще и невозмутим, как англичанин. Десять лет спустя после памятной речи он выпустил в свет двухтомный труд «Теория Земли», где подробно изложил и обосновал свою точку зрения. И мир науки не выдержал, раскололся на два лагеря. Одни ученые остались верны полюбившемуся нептунизму. Другие — отдали пальму первенства «плутонизму» Геттона.

Расхождение во взглядах особенно обострилось во время знаменитого спора о базальтах. Вы помните, как в начале своей лекции Вернер говорил об осаждении кристаллических пород, в том числе гранита, гнейса, базальта, порфира... «Ничего подобного,— безапелляционно заявил Геттон. — Даже мальчишке ясно, что базальты и гранит — породы чисто огненного происхождения. Да-с, сэр! Именно так, сэр! Даже мальчишке...»

Спор о происхождении «проклятых» базальтов никого не оставил равнодушным. В 1791 году русский ученый Василий Михайлович Севергин писал: «...базальт долженствовал быть некогда жидок, прочие же обстоятельства сего места убеждают, что он был жидок от огня, то есть некогда плавился». Так, несмотря на свою склонность к нептунизму, Василий Михайлович с готовностью признавал и иную точку зрения.

Спор между нептунистами и плутонистами был полезен по многим причинам. Современникам он показал, что прежде следует накопить побольше фактов о горных породах. А уже потом решать вопросы их происхождения. После этого в геологии окончательно оформилось новое направление: *петрография* — наука о составе и происхождении горных пород. Кое-кто из исследователей даже начал производить опыты — плавить образцы горных пород в печах и охлаждать их в разных условиях. Как всегда, опыты приносили множество новых знаний, среди которых были ответы на некоторые вопросы и были новые вопросы.

ПРИБАВЛЕНИЕ

Василий Михайлович Севергин родился в Санкт-Петербурге в 1765 году. Были сведения, что когда-то происходил их род от казачьего атамана Северги. Но так ли это было или нет — неизвестно. А вот то, что отец Васи был вольноотпущенным крепостным музыкантом, так с этим соглашаются все биографы ученого.

Когда родился сын, Михайла Севергин был уже музыкантом придворным, человеком состоятельным. И потому, когда пришло время устраивать одиннадцатилетнего недоросля в академическую гимназию, комиссия отметила, что принятый гимназист обучен грамоте российской и рисованию, а также знает начала латинского, немецкого и французского языков. Зачислили Василия Севергина в отделение «взрослых гимназистов».

В те годы, чтобы учиться, нужно было иметь буквально непреодолимое желание. Во-первых, это было страшно: с родителей брали подписку, что они от своих детей «вовсе... отказываются, и ни под каким видом впредь требовать не будут». При таком предисловии знатные дворяне не спешили записать своих отпрысков на учебу. И гимназистов приходилось набирать из бедных, а то из солдатских детей. И там с ними не церемонились. Большинство обязано было жить при академии, но денег на содержание учеников отпускали так мало, что Ломоносов, инспектировавший здание Академии наук, писал: «...в школы приходили в бедных рубищах, претерпевали наготу и стужу, и стыдно было их показать посторонним людям. При том же пища их была весьма бедной и один иногда хлеб с водою. В таких обстоятельствах наука мало шла им в голову».

Нравы среди гимназистов царили самые грубые. Они дрались, рвали казенную одежду. А за это их драли, сажали в карцер. Учителя были под стать ученикам.

Однако Васе Севергину повезло. Сначала он был «приходящим» гимназистом — во внеучебное время жил дома. На следующий год после его поступления директором гимназии стал академик Иван Иванович Лепехин, ученик Ломоносова и знаменитый ученый-ботаник, путешественник. Он сам прошел через все круги гимназического ада и знал, какой ценой даются знания. При нем многое изменилось в этом учебном заведении России. Лепехин, по словам его учеников, «пекся о воспитанниках, как о младых растениях в академическом саду, который в то время был предоставлен в его попечение. Со вступлением его в сии две должности сад украсился редкими произрастениями; способности в учениках разверзлись; он возбудил в них охоту к чтению, любил их как детей, а они его как отца».

После восьми лет учебы Вася Севергин окончил полный курс гимназии и был «наименован студентом». Его приняли в академический университет. Здесь тоже учиться было непросто. Но пришедшая на смену старому руководству новый директор Академии наук Екатерина Романовна Дашкова решила выбрать из всех 17 студентов университета четырех наиболее способных и отправить за счет государства за границу в Геттинген. Попал в это число и Василий Севергин. Так оказался он среди учеников профессора химии Геттингенского университета Иоганна Гмелина.

Тогда же, еще студентом, путешествуя по окрестностям Геттингена, Севергин сделал очень интересные наблюдения, которые позже, когда он вернулся, легли в основу его работы о базальтах...

Севергину было 24 года, и высказать свое мнение, не совпадающее с мнением авторитетов, — на это нужно было иметь молодому ученому немало мужества. Его работа «О свойствах и образовании базальта» получила очень высокую оценку академика Палласа и принесла Василию Михайловичу звание адъюнкта Академии наук по кафедре минералогии. С этого дня вся его жизнь была неразрывно связана с русской наукой и с Академией наук.

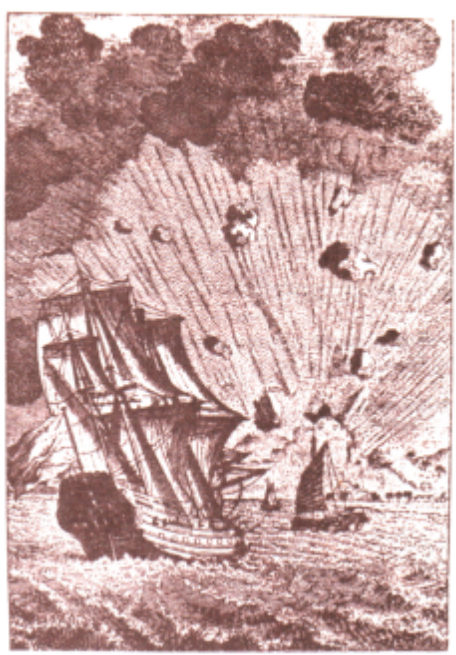
В начале XIX века академик Севергин стал признанным авторитетом в области минералогии и химии не только в своем отечестве, но и во многих странах Европы. Он много путешествовал, решал практические задачи, писал книги по химии и минералогии, учебники для школ и университета, заседал в комитетах. Как и у всякого русского труженика науки ли, другой ли отрасли государственной деятельности, у него была бездна

обязанностей, мало денег и еще меньше знаков отличия и наград... Но какая прекрасная это была жизнь — чистая и честная. Никакие временные жизненные блага не в силах перетянуть чашу весов, на которой лежит девиз, выбранный себе еще в молодости Василием Михайловичем Севергиным, — «Труд и рачение».

«ВЕЛИКАЯ ЛЕСТНИЦА ЖИЗНИ» ЖОРЖА КЮВЬЕ

Начало XIX века время особенное для развития общества. Великая французская революция нанесла решительный удар не только по феодальному строю и королевскому абсолютизму, но и подорвала безграничную власть церкви. «Она недаром называется великой, — писал Владимир Ильич Ленин. — Для своего класса, для которого она работала, для буржуазии, она сделала так много, что весь XIX век, тот век, который дал цивилизацию и культуру всему человечеству, прошел под знаменем французской революции».

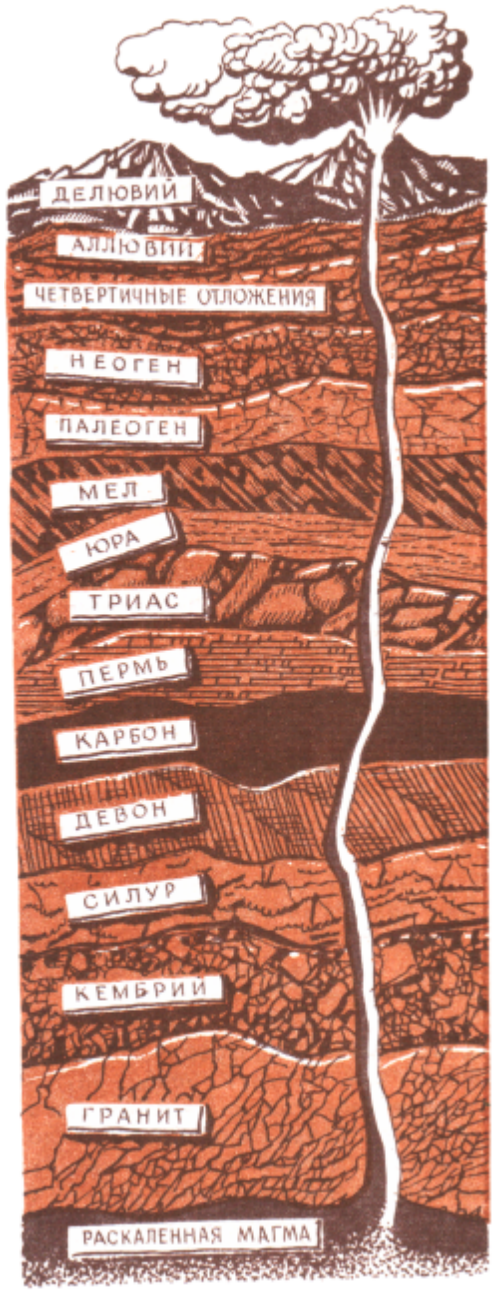
В науку пришли новые выдающиеся ученые, которые уже не могли думать и рассуждать по-старому. Они искали и в науке революционные пути. Известный немецкий геолог и палеонтолог Карл Циттель назвал XIX век «героической эпохой» в геологии. Правда, для некоторых из них эти пути оказывались революционными лишь на словах...



Взрыв горы при встрече огня и воды. С гравюры XVIII в.

В 1794 году известный французский ученый Жоффруа Сент-Илер обратил внимание на реферат никому не известного Ж. Кювье из Нормандии, посвященный анатомии одного из морских моллюсков. Работа была хорошо написана, и Сент-Илер пригласил молодого человека в Париж. С той поры на всю жизнь судьба сына момпельгардского пастора Жоржа Леопольда Кретьена Фредерика Дагобера Кювье оказалась связанной с французской столицей. Его заслуги перед наукой чрезвычайно велики. Немецкие авторы даже в эпохи напряженных отношений с соседней Францией не называли Кювье иначе, как «великий анатом». Он установил понятие о типах в зоологии. Первым объединил в один тип позвоночных четыре класса: млекопитающих, птиц, амфибий и рыб. Прочих же животных отнес к остальным трем типам: членистых, мягкотелых и лучистых. В основу своей классификации Кювье положил строение нервной системы, которую считал важнейшей системой любого организма, системой, управляющей всеми функциями.

Кювье сформулировал принципы, по которым изменение одной части организма должно вести к соответствующим изменениям другой его части. И это позволило естествоиспытателям по отдельным частям судить о целом.



Примерно так представляли себе осадочные слои Земли ученые XIX веке.

Представляете, как важен был такой принцип для палеонтологов. Они смогли начать реконструировать ископаемых животных по немногим разрозненным останкам, найденным при раскопках.

Вместе со своим сотрудником Александром Броньяром Кювье внимательно исследовал окаменелости, встречающиеся в отложениях парижского бассейна.

Помните, примерно такую же работу проделал десятью годами раньше инженер-самоучка Вильям Смит в Англии. Но если для Смита главным были слои горных пород, а ископаемые лишь помогали их распознавать, то для Кювье и Броньяра все обстояло как раз наоборот. Французских ученых интересовали прежде всего животные и растения, жившие в одно и то же время и потому погребенные в одинаковых слоях Земли. И определяли они их, изучая слои пород, в которых находили одинаковые окаменелости.

Кювье и Броньяр сделали вывод, что благодаря таким исследованиям можно научиться не только отождествлять слои в разных местах, но и устанавливать, какие существа населяли Землю раньше, а какие — позже. При этом в самых древних слоях ископаемые формы вообще отсутствовали, а при переходе к более молодым в геологическом отношении слоям окаменелости попадались все чаще и становились все сложнее. При этом Кювье выделил наиболее характерные — «руководящие» для каждого данного слоя окаменелости, которые не встречались или были редки в других слоях. Это открывало перед исследователями совершенно новую и чрезвычайно увлекательную сферу деятельности. Ученые стали строить картины прошедшей жизни, располагая их друг за другом по великой лестнице жизни и геологической истории планеты. Стала бурно развиваться стратиграфия, начало которой было положено работами Смита.

Метод руководящих окаменелостей оказался очень прост в применении, и потому он долгое время был самым главным в определении возраста горных пород и при сопоставлении геологами различных разрезов. Но постепенно стали проявляться и его недостатки. Ведь в основе лежало убеждение, что животные и растения одного периода должны быть распространены в свое время по всему свету. Между тем зоологи доказали, что любые организмы нуждаются в определенных условиях и потому не могут одновременно в равной мере заселять весь земной шар.

Да и появление, и вымирание определенных типов не могло происходить одновременно и повсеместно. Один и тот же вид организмов не мог возникнуть сразу во многих районах земной поверхности. Намечались и другие трудности в применении метода Кювье. Но главный фундамент науки он все-таки заложил.

ПРИБАВЛЕНИЕ

Еще в середине XVIII века итальянский геолог Д. Ардуино разделил изучаемые осадочные толщи в горах по степени их древности на первичные, вторичные и третичные. В наше время геологи составили единую стратиграфическую шкалу для всей истории Земли от самого ее образования. Прошедшее время делится на группы, или ***эры****. Каждая группа содержит в себе несколько систем, или* ***периодов****. А каждый период разбивается на отделы, или* ***эпохи****. Потом идут еще более мелкие ступеньки.*

Сейчас мы делим все время существования жизни на нашей планете на пять больших групп, или эр. Назвали их в соответствии с греческими наименованиями. Например, архейская эра, или ***архей****, от греческого слова «археос» — древнейший.*

Следом за археем идет протерозойская эра. «Протерос» по-гречески означает слово «первичный», а греческое слово «зоикос» — в переводе звучит, как жизненный. Значит, ***протерозой*** *— эра первичной жизни.*

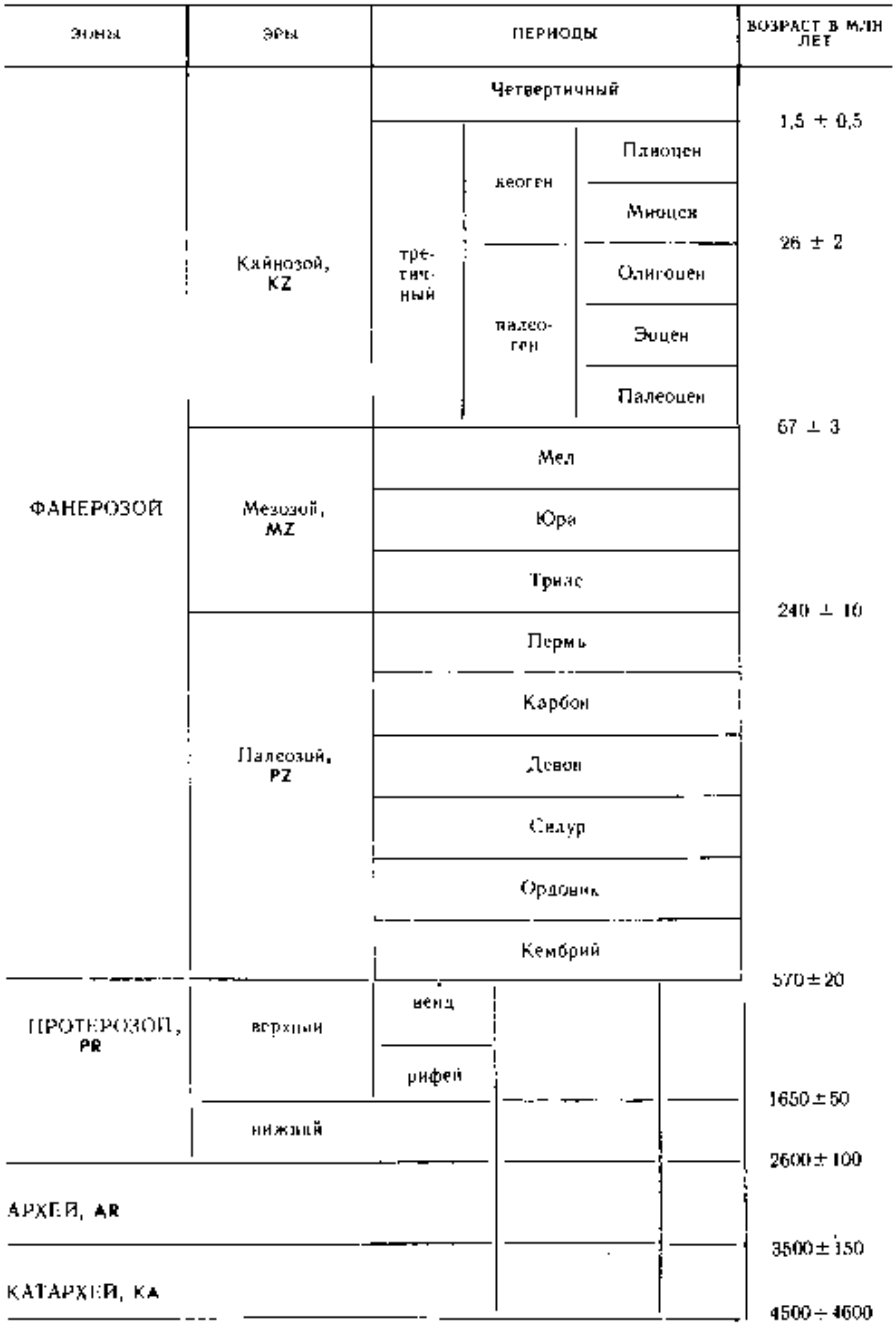
Потом идет палеозойская эра. ***Палеозой*** *— или эра древней жизни.*

Мезозой *— эра средней жизни и* ***кайнозой*** *— эра новой жизни.*

Несмотря на то, что такое деление дается в современном учебнике, некоторые ученые и сегодня предпочитают иные названия. Очень уж много предлагалось различных вариантов периодизации истории Земли. Чтобы при чтении этой книжки или других, более полных, вам легче было ориентироваться, я привожу один из последних вариантов такой геохронологической таблицы с названиями и временными границами между отдельными периодами.

Слово «фанерозой» означает «эра явной жизни». Определяется этот ***эон*** *слоями, в которых палеонтологи находят следы древних животных и растений. А вот дофанерозойское время иногда называют* ***криптозоем*** *или «эрой скрытой жизни». В последние годы ученые научились находить следы деятельности мельчайших живых организмов, населявших нашу планету. И это время — время возникновения жизни на Земле — отодвинулось на три с лишним миллиарда лет от наших дней.*

ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА



КАТАСТРОФА С «ТЕОРИЕЙ КАТАСТРОФ»

В общественной жизни своего времени Жорж Кювье представлял собой не слишком привлекательную фигуру. В эпоху бурных революционных страстей он откровенно проповедовал примирение с любым правительством. А протестантская закваска детских лет толкала его к согласованию науки с религией. В результате Кювье был настроен революционно только в годы революции. Стал чрезвычайным комиссаром и членом Государственного совета во времена империи Наполеона I и пэром Франции после Реставрации. В науке же, обнаружив изменения в растительном и животном мире и желая согласовать это с религией, он выдвинул свою теорию катастроф. Он предположил, что вся история Земли — цепь мировых катастроф. То есть жила себе планета, жила не тужила, и вдруг наступало время, когда вспучивалось вдруг дно морское и начинали проваливаться горы. Раскаленная лава выплескивалась из недр и густыми потоками сползала в океаны. Со страшным свистом и шипеньем встречались вода и огонь. Густые облака пара взметались столбами вверх и застилали огромные пространства. С неба на землю лились потоки страшных ливней, а в черных грозовых тучах блистали молнии. Густая непроглядная мгла опускалась на Землю. Лишь короткие вспышки молний да зловещий багровый отблеск от раскаленных потоков освещали наступившую ночь.

В этих катастрофах гибло все живое. Смены были похожи на занавес перед театральным антрактом. Когда антракт кончался и солнце пробивалось сквозь поредевшие тучи, декорации оказывались смененными и на сцене суетились иные действующие лица.

В 1812 году Кювье написал книгу «Рассуждение о переворотах на поверхности Земли». Его взгляды сразу же нашли немало сторонников. Так, его коллега и соотечественник Д'Орбиньи тут же насчитал в истории планеты двадцать семь катастроф. Д'Орбиньи был отличным палеонтологом — специалистом по вымершим животным, и его слово значило в науке немало.

Гипотеза катастроф одинаково устраивала и нептунистов, и плутонистов. Она казалась новой, революционной и очень прогрессивной.

А вот Фридрих Энгельс увидел в «теории» Кювье то, чего не замечали остальные. В книге «Диалектика природы» он писал: «Теория Кювье о претерпеваемых Землей революциях была революционна на словах и реакционна на деле. На место одного акта божественного творения она ставила целый ряд повторных актов творения и делала из чуда существенный рычаг природы». Сторонник трезвого материалистического взгляда на все, в том

числе и на историю нашей планеты, Энгельс был уверен, что чудес не бывает. И он резко критиковал взгляды Кювье и всех сторонников «катастрофизма».

Конечно, развитие и изменение организмов от катастрофы к катастрофе было лучше, чем неизменность живого мира, как то утверждало священное писание. Но возникал вопрос: отчего происходили на поверхности нашей планеты катастрофы? И здесь ответ мог быть один: по воле бога! Такая жестокая необходимость божественного вмешательства смущала многих ученых. Нужно было найти способ избавиться от этой зависимости. И вот, такая лазейка нашлась.

Еще философы Древней Греции учили, что объяснение минувших явлений следует искать в явлениях природы, существующих в настоящее время. Те же мысли высказывал Леонардо да Винчи, французский натуралист XVI века Б. Палисси, а столетие спустя — датчанин Н. Стено. В середине XVIII столетия на основании этого принципа М. В. Ломоносов делал свои прекрасные геологические прогнозы и обобщения. Наконец, вы помните упрямого шотландца Джеймса Геттона, утверждавшего, что законы и силы, управляющие всеми преобразованиями на Земле, остаются от века неизменными.

Я уже говорил, что в начале прошлого века в Англии велось усиленное строительство дорог, каналов и шахт в южных провинциях. Отсюда и увлеченность англичан геологией, их успехи в стратиграфии и других отраслях науки о Земле.

Жил в ту пору на берегах Альбиона молодой человек по имени Чарлз Лайель. Родился он в Шотландии. Учился в обыкновенной школе, после окончания которой поступил в Оксфордский университет на юридический факультет. Надо сказать, что еще в детстве Чарлз пристрастился к собиранию насекомых. И свое увлечение естественными науками не забросил и в университете за изучением классиков и римского права. Более того, познакомившись на лекциях с геологией, он так увлекся новой для него наукой, что, окончив университет и поработав адвокатом, оставил адвокатскую практику и полностью переключился на геологию. Каждый год со студенческих времен Лайель летом совершал экскурсии в места интересных геологических образований, а потом в течение зимы систематизировал увиденное, много читал, обобщая накопленный наукой материал.

Морской черт. Со старинной гравюры.

Катастрофическая гипотеза Кювье давала простор для фантазий, но не помогала в истинном восстановлении истории планеты. Да и нужны ли катастрофы природе? Ее современные действия вполне допускают объяснение явлений геологического прошлого без всяких неожиданностей. Так ведь говорил еще Геттон?..

Накопив знания и утвердившись в принятом мнении, Лайель выступил против признанных авторитетов своего времени. Ему было только тридцать три года, когда в Лондоне появился первый выпуск его объемистого труда «Основы геологии».

Лайель утверждал, что изменения на Земле могут происходить без всяких катастроф, постепенно.

Присмотритесь внимательно к обрыву за городом. Вот в толще пород встретился косо залегший слой, который тянется узкой, извивающейся лентой на многие километры. На одном его участке встречаются камни и галька, перемешанные с крупным песком. На другом совсем мелкие частицы древнего ила. О чем поведает это наблюдение, если мы будем основываться на наших современных знаниях?

Прежде всего можно заключить, что перед нами — русло древней реки. На участке с крупными камнями и галькой оно было, по-видимому, когда-то стеснено утесами. Вода бурлила и мчалась с силой, увлекая за собой камни. А там, где берега расступались и течение начинало струиться плавно и медленно, на дно успевали осесть мелкие песчинки и накапливался слой ила.

А вот в другом месте на равнине встретились вдруг высокие гряды и холмы. Далеко протянулись россыпи и груды больших камней — валунов. Откуда они здесь? Опыт, накопленный нами в современных наблюдениях, подскажет: их принес с собой мощный ледник, много тысяч лет назад захвативший эту территорию.

Книга «дилетанта» была встречена в штыки большинством специалистов. Английские геологи не могли так сразу

согласиться со столь простыми и очевидными выводами. Раздражало и то, что Лайель для объяснения сложных примеров обходился без помощи бога. Все у него происходило естественно и просто, на основании законов природы.

Много пришлось выслушать молодому Чарлзу Лайелю горьких, обидных и несправедливых слов, прежде чем к концу тридцатых годов прошлого столетия его труд получил признание. Не обошлось здесь без помощи его друга Чарлза Дарвина, который во время своего кругосветного путешествия собрал множество подтверждений постепенного изменения не только поверхности земного шара, но и живых организмов, его населяющих. «Лишь Лайель внес здравый смысл в геологию, заменив внезапные, вызванные капризом творца, революции постепенным действием медленного преобразования Земли», — писал Фридрих Энгельс в «Диалектике природы».

«Творец современной геологии», «один из самых выдающихся ученых XIX столетия» и «глава английских геологов» — такие титулы заслужил Лайель за свой труд.

Конечно, взгляды Лайеля тоже не лишены были недостатков. И первым их увидел Фридрих Энгельс. В той же книге «Диалектика природы», которую я уже цитировал выше, он писал: «Недостаток лайелевского взгляда — по крайней мере в его первоначальной форме — заключался в том, что он считал действующие на Земле силы постоянными, — постоянными как по качеству, так и по количеству. Для него не существует охлаждения Земли, Земля не развивается в определенном направлении, она просто развивается случайным, бессвязным образом».

Ведь сначала Лайель даже отрицал возможность изменения видов животных на Земле и критиковал эволюционную теорию, созданную французским естествоиспытателем Жаном Батистом Пьером Антуаном Ламарком в 1809 году. И лишь после того как Чарлз Дарвин объяснил, как возникают в процессе длительного естественного отбора у животных новые целесообразные признаки, которые позволяют ему приспособиться к изменению окружающих условий, Лайель признал изменчивость видов и учение Дарвина. Он даже привел доказательства древности происхождения человека и его эволюции, против которой выступали церковники со всех папертей.

Действительно, надо признать, что XIX век сделал очень многое в развитии наук о Земле.

Знаете ли вы, какая из общественных профессий, связанная с землей, была в древности одной из самых почетных и уважаемых? Пожалуй, не догадаетесь... Землемеры! Вы удивлены? Сейчас я

попробую вам это объяснить.

Глава третья
КАК ОПРЕДЕЛЯЛИ ФОРМУ И РАЗМЕРЫ ЗЕМЛИ

Дело в том, что, несмотря на немногочисленность в далеком прошлом населения нашей планеты, лишней земли, пригодной для пахоты, никогда не находилось. Люди селились тесно. Семьи разрастались. Землю покупали, продавали, захватывали. Поэтому приходилось постоянно пересматривать и перемеривать земельные наделы. И уж, конечно, делать это мог только очень ученый человек, умеющий не только измерять, но и считать, и чертить планы.

А представьте себе, что понадобилось проложить новую дорогу. Да так, чтобы и путь покороче выбрать, и в болото не угодить, горы и овраги обойти... Или решили люди сообща вырыть канавы для орошения или, наоборот, для осушки. Кто поможет составить план работ? Кто на местности покажет, куда вести дорогу, где копать? Такими необходимыми и учеными людьми во всех населенных районах как раз и были землемеры.

В нашей стране в допетровские времена тех, кто занимался описанием и изображением земель, называли писцами или описчиками, а то — дозорщиками. В середине XVI века был издан первый «писцовый наказ», который определял их обязанности. После Петра I правительственные агенты, занимавшиеся размежеванием и съемками земель, стали называться межевщиками или съемщиками. А те, кто получал специальное образование, звались топографами и геодезистами.

Предположим, нам с вами дали задание — подробно исследовать и описать поверхность какого-нибудь физического тела. Грубо говоря, такую поверхность всегда можно представить в виде многогранника, ограниченного большим или меньшим количеством плоскостей. И метод работы может быть соответствующим: сначала обмерить все плоскости и углы, которые они составляют друг с другом, а затем приступить к подробному изучению каждой отдельной грани. И при этом считать, что все неровности состоят из различных сочетаний бесчисленных кривых поверхностей.

В этом примере определение общего вида тела и измерение его граней можно сравнить с общими измерениями всей Земли, чем и занимается наука геодезия. А изучение подробностей каждой отдельной грани — с тем, чем занимается топография.

В истории сохранилось имя древнегреческого астронома и путешественника Птиеаса из Массилии (ныне город Марсель, на юге Франции). Жил он примерно в IV веке до нашей эры и за свою жизнь объехал множество областей населенной части Земли — ойкумены. Везде Птиеас интересовался особенностями местности: где какие реки текут, где возвышаются горы, а где низменности. Он написал превосходное сочинение «Периплюс», содержащее в себе не только первые топографические описания увиденных стран, но и чертежи, планы и карты тех мест.

Конечно, пока люди не узнали истинной формы и размеров всей планеты, пока не изобрели точных способов определения географических долгот и широт, им и думать было нечего о составлении действительно подробных и точных карт. Наверное, предложи мы сегодня самому лучшему топографу сориентироваться на местности по старинному плану, он беспомощно разведет руками.

Вот и получается, что прежде всего следовало узнать истинную форму и размеры Земли. Для нас с вами шарообразная форма нашей планеты так же естественна, как голубой цвет ясного неба. А ведь это совсем не столь очевидно.

Выйдите в поле. Заберитесь далеко-далеко в середину, чтобы до самого горизонта — только травы да цветы с лепестками различной окраски. Оглянитесь по сторонам: плоская равнина окружает вас со всех сторон, не так ли? Так и Земля представляется огромной плоской лепешкой, над которой опрокинута голубая чаша неба. Такой и считали ее древние мудрецы. Считали до тех пор, пока не накопилось столько противоречий подобному взгляду, что терпеть дальше оказывалось невозможно. Пришла пора менять мнение.

Кто же первым из мудрецов-философов доказал, что наша планета — шарообразна? И как это ему удалось сделать, не поднимаясь в космос на ракете, не вылетая за пределы атмосферы?..

КТО ПЕРВЫМ ДОКАЗАЛ, ЧТО ЗЕМЛЯ — ШАР

Представьте себе Грецию, вернее, Древнюю Грецию, года так триста сорокового, но до нашей эры. Афины — «око Эллады», как называют этот город поэты. В северо-западной части квартала горшечников, возле храма Аполлона Ликейского находится школа знаменитого философа Аристотеля. Это несколько зданий, расположенных в большом парке. По его дорожкам прогуливается

небольшая группа учеников, внимательно слушающих объяснения учителя. А вот и он сам... Не сказать чтобы на первый взгляд великий философ был бы так уж красив собой. Малого роста, сухощав и близорук. Редкие волосы и колючий взгляд делают его облик даже неприятным. Особенно когда его жиденькая бороденка открывает тонкие губы, словно змеящиеся в постоянной усмешке. Говорит он картаво и негромко. Но как ловко, как логично и остроумно. Недаром спорить с ним не решаются даже самые завзятые ораторы. Его холодная насмешливость и саркастические реплики убивают.

Несколько лет назад царь Македонии Филипп пригласил Аристотеля в учителя к своему сыну Александру. Теперь царевич вырос, стал полководцем, завоевал множество земель, в том числе разгромил и афинское войско... А его учитель, благодаря щедрости ученика, смог переселиться сюда и открыть школу. Для Афин — Александр враг. А для Аристотеля — любимый ученик, воспитанник. И полководец не забывает учителя. Из разных стран присылает он ему в подарок всяческие диковинки. Оттого в доме Аристотеля собрались великолепные коллекции.

— Чтобы познать устройство мира, — говорит Аристотель, — необходимо прежде приобрести знания о первопричинах... Фалес — основатель натуральной философии учил, что начало всего — вода. И Земля, имеющая форму плоского диска, плавает на поверхности мировой воды...

Стараются ученики, царапают заостренными палочками-стилосами по восковым табличкам. Записывают мысли учителя.

— Жители Вавилона утверждали, что Земля похожа на ступенчатую пирамиду — зиккурат, тоже окруженную со всех сторон океаном. А бесстрашные мореплаватели — финикийцы

видели Землю горбатой, спиною вылезающей из той же воды. Однако так ли это? Пифагор Самосский, сын камнереза Мнесарха, учил, что начало всего — единица. Мир составлен из чисел. Единица и двоица — из них исходят числа. Из единицы — точки, из точек — линии. Из линий — плоские фигуры, из плоских — объемные. Из объемных фигур составляются чувственно воспринимаемые тела, окружающие нас. В них четыре основы — огонь, вода, земля и воздух. Перемещаясь и превращаясь целиком, они порождают мир одушевленный, разумный, шаровидный, в середине которого — Земля. Земля, по Пифагору, тоже, вследствие идеальности формы шара, шаровидна и населена со всех сторон. Существуют даже антиподы, для которых наш низ — верх...

Сложные рассуждения, правда? Сейчас, когда читаешь сочинения древних философов, пробраться через их словесные формулы бывает непросто. И не всегда сразу доберешься до скрытого смысла.

— ...Солнечные лучи, освещая Землю, проникают через ущелья глубоко в недра и вызывают в них образование металлов и руд. Лунное же сияние порождает драгоценные камни.

По утрам Аристотель беседует с избранными учениками. А по вечерам читает лекции для всех желающих. Одним из сложных вопросов того времени были причины и «механизм» солнечных и лунных затмений. Какого только вздора не наплели о них люди в сказках...

Некоторые утверждали, будто затмения приносят несчастья. Философ в это не верил. Почему во время лунного затмения тень на Луне всегда круглая? Что заслоняет Луну от горячих лучей Гелиоса-солнца? Может быть, это Земля становится между дневным и ночным светилами?

Чтобы сделать слова более убедительными, он вынимает из складок тоги кубик и подставляет его солнцу. Тень от кубика — квадрат. От диска тень в одном положении круглая, а в другом — тоненькая, как черточка. И только шар всегда отбрасывает круглую тень, в любом положении.

— Может ли быть Земля плоским диском, как учил Фалес? Нет! Скорее мы должны признать правоту Пифагора и согласиться с его мнением о том, что Земля — шар.

Удивляются ученики простоте доказательства. Но в простоте-то и заключена гениальность.

КТО ПЕРВЫМ ИЗМЕРИЛ ЗЕМЛЮ

Когда Александр Македонский завоевал Египет, он приказал на одном из рукавов Нила, на оживленном перекрестке торговых путей, заложить город. Так была основана Александрия.

Долгие годы главными чудесами нового города были Мусейон и библиотека. Мусейон — жилище муз был, по сути дела, первым в мире университетом и академией наук одновременно. Ученые, поэты и философы жили здесь на полном государственном обеспечении и спокойно занимались своей работой. Они писали лекции, наблюдали звезды и писали книги — длинные свитки папируса, которые скатывали в трубочки и прятали в футляры, сшитые из толстой кожи. Футляры складывали в хранилище, которое и являлось знаменитой Александрийской библиотекой. Сколько там было свитков-книг, трудно сегодня даже сказать.

В третьем и частично во втором веках до нашей эры жил в Мусейоне географ Эратосфен из города Кирены. Был он одним из первых директоров библиотеки и прославился тем, что кроме географического описания всех известных древним грекам стран определил еще и размеры Земли. Случилось это так...

Услыхал как-то Эратосфен, что в Сиене (ныне Ассуан) в самый длинный день в году — 21 июня, когда солнце поднимается на наибольшую высоту, полуденные солнечные лучи освещают дно самого глубокого колодца в городе. А что это означало? Только то, что в полдень лучи солнца падали вертикально и солнце стояло точно в зените.

Эратосфен проверил: в тот же день в Александрии, расположенной в пяти тысячах стадий севернее Сиены, тень от столбика, отбрасываемая солнцем на сферическую чашу солнечных часов, равнялась 1/50 длины полной окружности чаши. Значит расстояние между Сиеной и Александрией тоже должно было равняться 1/50 окружности Земли. Пятьдесят помножить на пять тысяч — получится двести пятьдесят тысяч стадий. Это и есть окружность всей планеты.

Сегодня мы не знаем точно, чему равняется стадия Эратосфена. Были стадии греческие, были египетские, были и другие. Но даже если взять самые крайние значения, то и в этом случае расчеты Эратосфена оказываются весьма близкими к результатам сегодняшних измерений. Правда, труды древнегреческого географа мало чем помогли современникам. Сначала ему не очень-то поверили, а потом забыли. Путешественники еще не объехали земной шар. Еще не были открыты даже все его континенты. Так что первое измерение нашей планеты, хоть и было достаточно точным, но опередило свое время.

Потом было много попыток повторить его расчеты. О некоторых я вам расскажу, не для того чтобы вы их запомнили, но чтобы имели представление о большом труде, вложенном в решение этой задачи.

Уточнить измерения Эратосфена попытался александриец Посидоний. Он заметил время, которое требовалось кораблям, чтобы достичь из порта Александрии лежащего к северу острова Родоса. Вычислил скорость плывущего судна и узнал путь. Этот путь он принял за дугу меридиана. Потом по высоте звезд над горизонтом вычислил, сколько градусов заключает в себе найденная дуга, и рассчитал окружность Земли. Однако его результаты оказались значительно менее точными, чем у его предшественника.

С каждым веком все дальше уходили купцы со своими товарами, привыкали к далеким походам и воины. И перед людьми вставала важнейшая проблема — научиться измерять расстояния. Ведь в древности большинство путешественников, кочевников и охотников вместо расстояний отмечали время, необходимое для преодоления пройденного пути. Так, мореплаватели говорили, что от одного острова до другого два или три дневных перехода при попутном ветре. Солдаты мерили путь от одной крепости до другой временем пеших переходов. А как быть купцам? Торговые дальние пути проходили по морям и пустыням, по степям и горным дорогам. По воде плыли торговцы на кораблях. В пустынях перегружали товары на верблюдов. По степям скакали на лошадях. А по горным дорогам везли свое добро на яках. У каждого «вида транспорта» — своя скорость. И чем длиннее становились маршруты, тем острее оказывалась задача: как измерять большие расстояния? Как научиться измерять Землю?

Почти тысячу лет не встречается в истории упоминаний о новых измерениях планеты. Но в IX веке по поручению халифа Аль-Маммуна два арабских математика и астронома применили александрийский способ Эратосфена. Летописи сохранили лишь упоминание о работе. Результаты оказались утерянными.

В 1525 году французский врач Фернель приспособил к колесу своего экипажа счетчик оборотов. И отправился из Парижа в Амьен, который лежал к северу от столицы на парижском меридиане. В конечных пунктах пути Фернель измерил высоту солнца и узнал, какую часть меридиана составляет пройденное расстояние. Дальше легко было вычислить окружность Земли. К сожалению, неровности дороги и неточность астрономических измерений привели француза к очень большой ошибке. После Фернеля ученые пришли к мысли о том, что нужен какой-то иной

метод измерений, который не зависел бы от неровностей почвы и от пути, который выбирают лошади, везущие экипаж.

Далее прошло уже чуть меньше ста лет, и голландский математик Виллеброд Снеллиус предложил именно такой способ, который требовался. Назвали этот метод *триангуляцией,* от латинского слова «триангулюм», что означало — «треугольник». Снеллиус заменил непосредственное измерение дуги меридиана по неровной земной поверхности измерением углов треугольников, которые можно было построить по ориентирам, например по далеким горным вершинам, и по одной стороне треугольника. При этом измеряемую сторону Снеллиус предлагал делать очень маленькой, располагая ее на ровной хорошо очищенной площадке.

За первым треугольником строился второй, потом третий и так далее. С помощью своего метода Снеллиус очень точно измерил длину дуги одного градуса меридиана возле города Лейдена. Умножил полученную величину на 360 и вычислил полную длину окружности. И будь наша планета математически точным шаром, результат Снеллиуса, наверное, закончил бы все споры о ее размерах. Но возник новый вопрос: *шар ли земной шар?*

ШАР ЛИ ЗЕМНОЙ ШАР!

В 1671 году Парижская академия наук отправила одного из своих молодых членов, Жана Рише, в тропическую Кайенну для астрономических наблюдений. Молодой астроном взял с собой тщательно отрегулированные в Париже часы, маятник которых отмерял ровно одну секунду за каждое качание. Каково же было его удивление, когда он обнаружил, что в тропиках его часы стали отставать. Да еще как — на две минуты в сутки! Пришлось Рише укорачивать маятник. Ведь чем меньше его длина, тем быстрее ход. Однако когда экспедиция вернулась в Париж, непослушные часы «побежали». Они стали уходить вперед тоже на две минуты в сутки.

«А не значит ли это, — подумал Жан Рише, — что на разных широтах и величина силы тяжести не одинакова? Чем она меньше, тем часы должны идти медленнее. Чем сила тяжести больше, тем быстрее качается маятник. Ну а почему на экваторе сила тяжести может быть меньше, чем в более северных широтах? Не потому ли, что там расстояние до центра больше?.. Но тогда Земля — вовсе не идеальный шар, а сплюснутый у полюсов».

С таким выводом молодого ученого никак не желали

соглашаться его старшие коллеги, которые считали Землю у полюсов вытянутой или точным шаром. А тут еще вмешался Ньютон. Он тоже решил доказать, что Земля имеет сплюснутую форму. И это ему неплохо удалось, благодаря остроумному мысленному опыту.

В те времена французы ужасно не любили, когда англичане в чем-нибудь их опережали. Правда, того же терпеть не могли и англичане. И между учеными двух стран разгорелся спор — вытянута Земля у полюсов или сплюснута? Вольтер очень остроумно писал по этому поводу: «Француз, побывавший в Лондоне, обнаруживает, что все совершенно изменилось в философии — точно так же, как и во всем другом. Во Франции он оставил мир заполненным эфирными вихрями, здесь — нашел его пустым. В Париже приливы и отливы морей производятся давлением Луны; в Англии, напротив, моря тяготеют к Луне. Поэтому в то время, как парижане требуют от Луны высокого стояния воды, обыватели Лондона ожидают отлива... У картезианцев (последователей французского философа Декарта) все производится давлением, чего никто из смертных не может взять в толк; у ньютонианцев, напротив, все обусловлено тяготением — что столь же непонятно. Наконец в Париже Землю изображают удлиненной у полюсов, точно дыня или яйцо; в Лондоне же, напротив, Земля уплощена, как тыква».

Поддержал точку зрения Ньютона на сплюснутость Земли и знаменитый голландский ученый Христиан Гюйгенс. Он велел насадить на палку мягкий шар из сырой глины и быстро вращать его вокруг своей оси. Через некоторое время шар уплощился с полюсов и принял форму эллипсоида вращения.

И все-таки окончательно решить спор могли только новые экспедиции и новые измерения. Решили измерить длины дуг в

один градус на севере и поближе к экватору. Если Земля сплюснута, результаты измерений должны отличаться... Позвольте, но как и в каких единицах измерять? О методе измерения договорились быстро — триангуляция. А вот о единицах измерений?.. Ведь в ту пору французы пользовались *туазами*, англичане — *ярдами*, русские — *саженями*, немцы — *футами* разной длины. Сравнивать между собой все эти единицы было чрезвычайно неудобно. Значит, следовало прежде ввести единую международную единицу длины. Вы видите, что в те времена стоило потянуть за кончик одной задачи, как нить ее решения сразу же ныряла в целый клубок проблем. Впрочем, пожалуй, такова судьба научных работ во все эпохи.

ПРИБАВЛЕНИЕ

В середине XIX века французский геолог, член Парижской академии Жан Батист Арман Луи Леоне Эли де Бомон, пытаясь установить закономерность в распределении горных цепей по поверхности Земли, выдвинул любопытное предположение. Он считал, что все горные хребты должны были рождаться одновременно. А это в свою очередь означало, что по числу этапов горообразования можно сосчитать и число геологических революций, катастрофических геологических переворотов на поверхности нашей планеты. Тогда ведь все были убеждены, что в начале своего существования наша планета представляла собой расплавленное, жидкое небесное тело, которое стало остывать и покрываться коркой. Но если раскаленное тело остывает, оно сжимается. А не сжимается ли земной шар неравномерно,

превращаясь по форме в огромный ребристый космических размеров кристалл? Ребра его как раз и можно представить себе горными хребтами.

Эли де Бомона поддержали. Мнение о том, что горные хребты располагаются по определенным математическим законам, понравилось многим ученым. Например, английский геолог В. Грин выдвинул гипотезу, согласно которой раскаленный земной сфероид, охлаждаясь, приближается по форме к тетраэдру — правильному четырехграннику — пирамиде, ограниченной со всех сторон равносторонними треугольниками. Грин даже пытался доказать это тем, что южные материки имеют вытянутую остроконечную форму...

Некоторые ученые пробовали подтвердить подобные взгляды опытами. Они раскаляли в печах и плавили земное вещество. Оставляли его застывать в различных условиях. А потом искали в образовавшемся комке признаки геометрических многогранников. Однако втиснуть целую планету в какую-либо простую геометрическую форму не удавалось. Новые открытия постоянно подрывали авторитет всех этих искусственных построений.

Правда, критиковать легко. Но ведь даже сегодня найти законы, по которым располагаются материки на земном шаре, все еще не удалось. Не умеют объяснить ученые и их замысловатые очертания. Не понимают закономерности направлений, по которым идут горные хребты и горные пояса по поверхности нашей планеты. А ведь такие законы должны существовать...

«ДОН ФРАНЦИСК АРАГО»

Тысяча восемьсот восьмой год! Французские войска императора Наполеона I начали оккупацию Испании. В ночь с 17 на 18 марта в городе Аранхуэсе, где находился испанский двор, начались волнения. Дворяне, поддерживавшие сына короля Фердинанда, потребовали от его отца — Карла VII — отречения от престола, рассчитывая, что Фердинанд тут же начнет борьбу с французскими оккупантами. Однако дворцовые интриги и неподготовленность Испании к войне привели к тому, что французские войска вошли в Мадрид. Фердинанд, едва сменив своего отца на престоле, вынужден был снова отдать ему корону и скипетр. А тот «уступил» их Жозефу Бонапарту — брату Наполеона.

Эти события вызвали настоящий взрыв народного негодования. 2 мая 1808 года в Мадриде вспыхнуло восстание,

которое положило начало революции. Восстали крестьяне Астурии, Андалусии, Валенсии и целого ряда других областей. По всей стране испанцы преследовали французов, считая их всех виновниками разразившихся несчастий.

27 мая 1808 года в Пальму — главный город острова Майорки (ныне Мальорка) приехал ординарец Наполеона некто Бертемье. Он доставил приказ испанской эскадре немедленно двигаться в Тулон... Узнав об этом, жители Пальмы восстали. Они не желали отдавать свои корабли французам.

Губернатор едва успел запрятать Бертемье в замок Бельвер, превращенный в тюрьму, чтобы не допустить кровопролития. И тогда неудовлетворенная толпа вспомнила еще об одном французе, который поселился высоко над портом, в горах, и время от времени зажигал на скале яркий огонь.

— Он подает сигналы французской армии! — кричали распалившиеся горожане. — Он французский шпион! Убьем его!

Вооружась чем попало, люди бросились вверх по тропе, чтобы добраться до уединенного жилища и расправиться с его обитателем...

Давайте замешаемся незаметно в толпу и последуем за нею. Смотрите, кто-то все время старается разными уловками задержать ее движение. А тем временем один из восставших, отделившись от товарищей, стремглав бросился вверх.

О-о-о! Какая крутая здесь тропа. Но конец дороги близок. Вон уже виден Клоп-де-Палазо, как называют этот район местные жители.

— Сеньор Араго! Сеньор Ара-го! — Это кричит человек, следом за которым мы поднялись на эту вершину. — Сеньор Араго!..

Из дома выбегает молодой человек. Это Доминик Франсуа Жан Араго — двадцатидвухлетний комиссар Парижского бюро долгот, который уже давно производит здесь триангуляцию для измерения меридиана.

— Что тебе, мой добрый Дамиан? — Пока испанский моряк рассказывает о приближающейся опасности, глаза молодого Араго загораются весельем.

— Спасибо, Дамиан! Я век не забуду твоей услуги. Но сейчас мы их проведем и посмеемся.

Дамиан — штурман лодки-мистики, которую испанское правительство отдало в распоряжение Араго. Честный моряк готов был проводить французского ученого к судну, уверяя, что дон Мануэль де Вакаро, командующий этой славной посудиной, доставит его в Барселону, занятую, как известно, французскими войсками. Там он будет в безопасности.

...Они спускались вниз по боковой тропе, нагруженные корзинами и ящиками с приборами, когда из-за поворота показалась группа преследователей, направляющаяся в Клоп-де-Галазо.

— Эй! Куда направляетесь? Идемте с нами. Надо расправиться с французским шпионом, который живет над портом!..

Они явно приняли Араго и его спутника за местных крестьян. Молодой ученый тут же ответил:

— Правильно, земляки! Задайте ему хорошенько! Что с ним церемониться! А нам некогда, пора выходить в море. К утру мы привезем вашим хозяйкам полные лодки свежей рыбы...

Ай да Араго! Ну и молодец! Не испугался, не растерялся. Он даже подзадоривает своих преследователей, точно игра с опасностью доставляет ему удовольствие. И как здорово он говорит на местном наречии. Не без труда они разминулись с вооруженными людьми на узкой горной тропе. И вот — порт. Мистика качается у мола. Тускло светит фонарь, привязанный на корме.

— Дон Мануэль?! — Теперь Араго понизил голос. Здесь, на молу шутить было не время. — Дон Мануэль... — На палубе показался офицер. — Соблаговолите, сеньор, доставить меня и моих друзей в Барселону...

Молодости свойственно ошибаться. Особенно в оценке людей. Араго был уверен, что дон Мануэль де Вакаро был предан ему. Но тот оказался на стороне патриотов. И хотя знал, что Араго не является французским шпионом, а занимается научной работой, тем не менее быть пособником француза в это опасное время не решился. Он не только отказался сняться с якоря, но и повысил голос, чтобы привлечь внимание зевак, коротающих время на берегу.

Некоторое время спустя заглянувший в каюту матрос испуганно сообщил, что толпа, собравшаяся на молу, требует выдачи француза. У Араго оставался один выход — сдаться в плен и, вернувшись в Пальму, как можно скорее добраться до крепких стен замка Бельвер. Там он будет в безопасности от суда толпы...

С немалыми трудностями вместе со слугой перебрался он с мистики в шлюпку, чтобы водным путем добраться до Бельвера. Когда Араго спрыгнул в нее, по ноге у него текла кровь.

— Пустяки! — отмахнулся он. — Кто-то из портовых бродяг хотел пошарить у меня за пазухой. И когда я отказался от этой чести, ткнул меня кинжалом в бедро. Ничто так не возбуждает труса, как сознание безнаказанности.

Матросы, которые успели полюбить молодого человека, дружно навалились на весла, и скоро перед ними встали стены замка...

— Мне не раз приходилось видеть людей, — заметил Араго, — опрометью бежавших из тюрьмы. Не являемся ли мы первыми, кто спешит прибегнуть к ее гостеприимству?..

Так он оказался под сводами Бельвера, где встретился еще с одним пленником-французом. Это был бедняга Бертемье, злополучный посланник императора Наполеона. Когда он помогал перевязывать Араго, то заметил у того под рубашкой довольно толстую пачку исписанных листов бумаги.

— Что это? Уж не заключается ли причина вашей раны в том, что вы не пожелали расстаться с этими бумагами?

— Вы правы. Это дневники. В них все результаты работы, проделанной нами здесь. Я должен доставить их в Бюро долгот в Париж...

Медленно тянулись дни заключения. Чтобы развеять скуку, Бертемье расспрашивал Араго о сути его научных изысканий.

— Скажите, мсье Араго, какая нужда заставляет ученых вновь и вновь перемеривать злосчастный меридиан? Ведь его уже измеряли. В прошлом столетии были две экспедиции: одна — к экватору, другая — на север, в Лапландию. Так что меридиан измерен...

— Да, но в туазах...

— Ну и что, чем они вам не по нраву?

— Это основная французская мера длины, равная шести футам, или семидесяти двум дюймам, или восьмистам шестидесяти четырем линиям. В качестве его эталона узаконена была железная линейка, изготовленная механиком Ланглуа в тысяча семьсот тридцать пятом году. Копии этой линейки и брали с собой перуанская и лапландская экспедиции.

— Эти измерения, кажется, оказались не совсем правильны?

— Да, шведы нашли ошибки в расчетах северной экспедиции и предложили их исправить.

— В чем же было дело?

— А в том, что в Англии в это же время основной единицей длины считается ярд, равный трем футам или тридцати шести дюймам. В России — сажень, разделенная на семь английских футов. А в Германии, раздробленной на многочисленные княжества, основа длины — фут вообще лихо меняется от границы к границе. Такое же положение было и с другими единицами измерений. Это запутанное состояние побудило депутатов Национального собрания потребовать от короля создать смешанную франко-английскую комиссию для выработки

единой системы мер. В тысяча семьсот девяностом году Бонне предложил в основу мер длины положить одну десятимиллионную долю четверти земного меридиана — квадранта. Двадцать шестого марта тысяча семьсот девяносто первого года сие предложение было узаконено Национальным собранием и новая единица получила название *«метр»*. Согласитесь, что для определения ее размера нужно абсолютно точно знать длину меридиана. Эти измерения и должны были проделать наши соотечественники, прекрасные астрономы Деламбер и Мешен.

— В чем же они измеряли дугу меридиана?

— В туазах. Они вели триангуляцию между Дюнкирхеном и Барцелоной. События революции тысяча семьсот девяносто второго года остановили работы. Деламбер уехал в Париж, а почтенный Мешен скончался от истощения сил. Национальный Конвент еще до окончания работ принял в тысяча семьсот девяносто третьем году временную величину метра в четыреста сорок три целых четыреста сорок три тысячных линии перуанского туаза. И для окончания этой работы была назначена большая комиссия. Через шесть лет она дала свои рекомендации и окончательная длина метра была установлена в четыреста сорок три целых двести девяносто шесть тысячных линии...

— Так что же?

— А то, что работы по измерению дуги четверти меридиана закончены не были. Их следовало довести до конца. Для этой цели сюда в Испанию отправились мы трое: Био, я и испанский комиссар Родригес — наш верный друг, не оставляющий в беде

товарищей... Мы выехали из Парижа в начале тысяча восемьсот шестого года. По дороге посетили станции Мешена и исправили погрешности в его измерениях... Потом мы разделились. Био уехал в Париж за приборами, а я остался и вел триангуляцию в пограничных районах Каталонии, Валенсии и Арагона... Боже, как не любят друг друга жители этих трех королевств. И лишь общая ненависть к французам объединяет их.

Араго вздохнул. В душе он не одобрял императора. И когда слушал рассказы о том, как войска Мюрата, вступив в Мадрид, жестоко расправлялись с патриотами, сочувствовал восставшим. Но он был француз и любил свое отечество, ставя его интересы выше других.

Майоркские друзья и думать забыли об Араго после его ареста и заключения в замок. Лишь комиссар Родригес да верный штурман Дамиан навещали его, скрашивая безрадостное существование. Родригес время от времени приносил испанские газеты и журналы. Он же позаботился и о том, чтобы доставить в замок геодезические приборы французского ученого. Однажды, просматривая свежий номер какого-то журнала, Араго расхохотался.

— Смотрите, смотрите, мсье! Это, право, заслуживает внимания. — И он прочел описание казни, состоявшейся в Пальме. Казнены были двое французов. Один — гугенот. Он отказался от напутствия католического священника и даже плюнул святому отцу в лицо. Другой — человек приличный и позволил себя повесить без осложнений. Первого звали Бертемье, и он являлся адъютантом французского императора. Другого — Араго. Автор статьи даже сокрушался, что молодой астроном пошел по пути шпионажа под прикрытием научных занятий и способствовал вступлению французских войск в Испанию.

— Все это вовсе не смешно, — покачал головой Бертемье. — Если пресса заговорила о нашей казни, она может исполниться в любое время...

— Что вы предпочитаете, — спросил Араго у него на следующий день, — качаться на виселице или утонуть?.. По мне — вода предпочтительнее. Я предлагаю бежать из замка.

Комендант согласился выпустить «на прогулку» астронома и двух-трех французов с ним. Но дальше он умывал руки. Спасибо верным Родригесу и Дамиану — они взялись зафрахтовать рыбачью лодку и в назначенное время ждать на берегу.

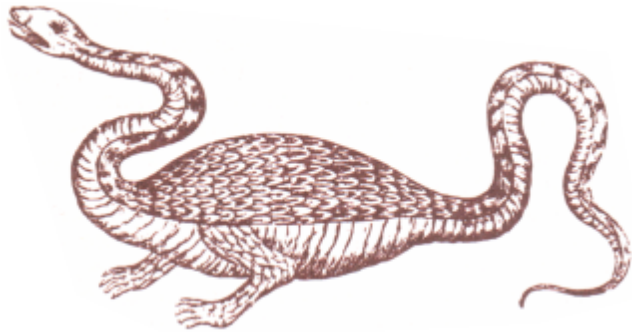
Беглецы долго шли в темноте по петляющей тропе, пока не вышли на каменистую дорогу, ведущую к стоянке лодки. Ящики с приборами больно врезались в спины, но Араго и слушать не хотел о том, чтобы что-нибудь бросить, оставить на произвол

судьбы.

— Нет, нет, мсье. Эти приборы доверены мне, и я должен, понимаете, должен сохранить их...

Было уже за полночь, когда сзади послышался стук копыт. Несколько всадников догоняли идущих.

— Эге-гей, сеньоры! Не многовато ли у вас добра? — закричал один из них. — Сейчас настали трудные времена, и богатые должны делиться.



Допотопный дракон. Со старинной гравюры.

Отдайте-ка нам лишнее подобру-поздорову...

— Вот так так! — проговорил Бертемье, вытаскивая тощий кошелек. — Это разбойники. Слава всевышнему, они освободят нас от поклажи...

Араго выступил вперед.

— Мы охотно удовлетворим вашу просьбу, сеньоры. Мне, однако ж, говорили, что я могу путешествовать спокойно в горах...

— Как ваше имя, сеньор?

— Дон Франциск Араго.

— Ступайте с богом, сеньоры.

И всадники скрылись. Странная ситуация. Какие связи могут быть у французского ученого с испанскими рыцарями большой дороги? Бертемье поднял на него вопросительный взгляд. Араго расхохотался.

— Это был презабавный случай, мсье. Однажды темной дождливой ночью в двери моей хижины, устроенной высоко в горах, возле площадки для наблюдений, сильно постучали. Я спросил кто там. Голос из-за двери ответил, что таможенный стражник, которого застала непогода, просит приюта на несколько часов. Я открыл и увидел перед собой красавца мужчину, с ног до головы увешанного оружием. Он лег у очага и уснул. А утром, когда настала пора ему уходить и мы прощались,

глаза его вдруг заблистали. Я оглянулся и увидел местного судью-алькальда и двух его помощников альгвасилов — полицейских, поднимающихся по склону горы.

— Благодарю за гостеприимство! — сказал мой гость. — И лишь забота о вас не позволяет мне тут же убить моего злейшего врага. Прощайте, сударь! — И он с легкостью дикой козы запрыгал по скалам прочь от моего убежища.

Пришедший через некоторое время алькальд долго допытывался, откуда я знаю человека, выбежавшего из моей двери. И под конец допроса заявил, что это был атаман всех разбойников его округа. Следующей ненастной ночью мнимый таможенный стражник снова посетил меня. И мой слуга, старый отставной солдат, который слышал о подвигах этого человека, решил той же ночью его убить. Мне пришлось вскочить с постели и схватить ретивого служаку за горло. «Не с ума ли ты сошел, — прошипел я, не желая будить своего гостя. — Разве мы полицейские? Ты убьешь атамана, а его товарищи не дадут нам кончить нашей работы...»

Утром, когда взошедшее солнце разбудило нас и пришло время прощаться, мой гость сказал, усмехаясь:

— Я все слышал ночью. И благодарен вам еще раз, тем более теперь, когда вы знаете, кто я такой. И поверьте мне, что моя благодарность здесь — в горах — будет вам лучшей защитой до границы Валенсии... Слово он свое, как видите, сдержал...

Между тем показался берег и качающаяся на волнах барка с матросами на борту и добрым Дамианом возле причала. Продолжая играть роль слуг Араго, беглецы покорно погрузили ящики с приборами на палубу. Сами поднялись следом. И как только подул ветер с гор, матросы подняли парус, и Дамиан взял курс на Алжир.

Переход прошел почти без происшествий. Во всяком случае, если они и были, то казались настолько незначительными по сравнению с пережитым, что вспоминать о них не стоило. В Алжире французский консул достал всем подложные паспорта и, превратив в купцов, устроил на корабль, отправлявшийся в Марсель...

Впрочем, на этом злоключения Араго далеко не закончились. Через трое суток плавания корабль, на котором находились мнимые купцы, вошел в воды Лионского залива. Скоро конец затянувшегося путешествия — Марсель, затем Париж и Бюро долгот... В этот момент за кормой раздался выстрел, и ядро из пушки неизвестно откуда появившегося испанского корсара пробило паруса и, оборвав ванты, шлепнулось в воду. Снова плен и опять — Испания...

После невероятных испытаний, выпавших на его долю, Араго пытается еще раз достигнуть Марселя на сандале — маленькой лодке, служащей для перевозки грузов. И снова неудача. Тогда он, нагрузив свои приборы на мулов и подговорив местных торговцев, отправляется в Алжир сухим путем. Чтобы не потерять головы, он прикидывается христианином, готовящимся перейти в магометанство. И добирается до места. Однако новый правитель — дей Алжира — объявляет войну Франции и по обычаю всех французов тут же обращает в рабство.

Было еще много приключений, прежде чем Араго добрался до французского берега. «От Алжира до Марселя, — пишет он в своей автобиографии, — доезжают ныне в четыре дня, я ехал одиннадцать месяцев, правда, останавливаясь там и здесь поневоле... По окончании карантина я сперва отправился в Перпиньян, к моему семейству... а потом вскоре уехал в Париж, где представил комиссии долгот мои наблюдения, сохраненные мною среди опасностей и треволнений продолжительного странствования.

Через несколько дней по моему возвращению, 18 сентября 1809 года меня выбрали академиком, на место Лаланда. Всех избирателей было пятьдесят два, я получил сорок семь голосов... Тогда мне было двадцать три года».

Между прочим, если вы, мой читатель, человек внимательный, то наверняка заметили, что, рассказывая о градусных измерениях, я все время говорил об измерениях меридиана. А почему не было рассказов об измерениях по параллелям?

Потому что они оказались гораздо более сложными. Лишь в XIX веке были предприняты по-настоящему большие и серьезные работы в этом направлении. Ученые Англии, Бельгии, России и Германии построили пункты триангуляции по 52-й параллели от Хаверфордвеста на британских островах и до русского города Орск на реке Урале.

Позже, ближе к середине XIX века, немецкий математик Карл Фридрих Гаусс заметил, что меридианы Земли вообще должны иметь неодинаковую длину. И сама наша планета, вследствие неравномерности распределения масс в ее недрах, скорее всего должна иметь фигуру, несколько отличающуюся от правильного сфероида. Правда, его соображения особенного внимания не привлекли.

Между тем градусные измерения все накапливались и накапливались. Особенно много их было сделано в России, а потом в СССР. В 1940 году форма Земли даже получила широко распространенное название «эллипсоида Красовского», по имени

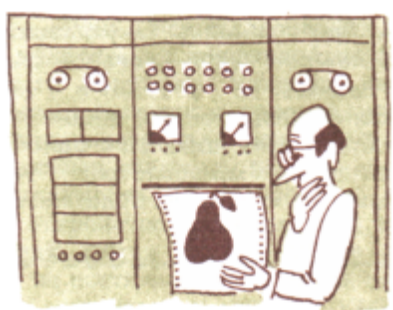
советского ученого, руководившего этими работами.

Однако фигуры вращения плохо подходили для точного описания Земли. И когда форма нашей планеты была окончательно уточнена с помощью искусственных спутников, все исследователи вернулись к специальному термину «геоид», предложенному еще в 1873 году английским ученым Листингом.

Слово это произошло от греческого названия земли — «ге» и греческого же слова «еидос» — вид. Если буквально перевести на русский язык, то получится, что фигура Земли — землеподобна. Как это понять?..

Геоид. В принципе это не просто фигура нашей планеты. Это фигура идеализированная, без учета гор, впадин. Такая, какой она была бы, будь на Земле всемирный потоп. И при этом на планету не должны действовать никакие космические возмущения, ни солнечное, ни лунное притяжения, чтобы никаких приливов, никаких отливов в океане не намечалось. Потому что только тогда затопившая Землю вода будет иметь поверхность всюду перпендикулярную направлению силы тяжести. А оно, оказывается, вовсе не обязательно всюду устремлено точно к центру. На что же такой геоид похож?

Когда электронные счетные машины по данным искусственных спутников обсчитали земную поверхность, оказалось, что она немножко напоминает грушу. Северный полюс чуть-чуть приподнят, южный — вдавлен. Нашли вмятины в Азии и в Северной Америке, нашли бугры в Атлантическом и Тихом океанах.



ПРИБАВЛЕНИЕ

А что будет, если, рассматривая форму Земли, попробовать учесть еще и горные хребты, океанские впадины?.. Возьмите для примера вершину Гималаев Джомолунгму, ее высота 8848 метра над уровнем моря. Не мало! А глубина самой глубокой Марианской

впадины в Тихом океане 11 034 метра от того же уровня. Перепад почти двадцать километров!

А сколько весь диаметр Земли, ну-ка вспомните?.. Если пробурить ее насквозь через центр, получится туннель примерно 12 742 000 метров длиной. Вот диаметр планеты. Вот с чем нужно сравнивать все размеры гор и впадин. По сравнению с такой величиной любой перепад неровностей — сущий пустяк! Можете сами убедиться в этом.

Представьте себе Землю размером в апельсин, диаметром 7 сантиметров. Представили? Тогда начинаем считать:

1. Определим, во сколько раз диаметр Земли больше высоты Джомолунгмы. 12 742 000 : 8848 = 1440 раз.

2. Очевидно, что на «земле-апельсине» самая высокая гора тоже должна быть в 1440 раз меньше диаметра «планетки». То есть высота «апельсиновой Джомолунгмы» будет: 7:1440 = 0,005 сантиметра или пять сотых миллиметра! Даже не стоит брать линейку. Такую «высоту» не в каждое увеличительное стекло разглядишь. То же будет и с самой глубокой впадиной. Их общий перепад будет чуть побольше одной десятой доли миллиметра. Пустяк!

Выходит, что Земля будет казаться великану гладкой, как бильярдный шар! А человек и правда стал великаном. Сегодня самолетом мы проделываем за восемь часов тот путь, на который Колумб тратил два месяца. А искусственные спутники облетают Землю вообще за девяносто минут. С помощью спутников ученые очень точно обмерили Землю. Оказалось, что полярный радиус нашей планеты равен 6356,78 километра, а радиус экваториальный на 21,38 километра длиннее. Конечно, двадцать один километр для такого «шарика», как наш, — немного. Но вот длина экватора 40 075,16 километра уже на 134 километра и 334 метра больше меридиана.

Те, кто читал книжку «Как люди открывали свою Землю», помнят, наверное, сколько споров вызывал вопрос: чего на Земле больше, воды или суши? Сегодня мы на него можем ответить точно: океаны и моря занимают на земном шаре значительно больше места, чем континенты со всеми островами и островками. Суша проигрывает чуть ли не в два с половиной раза. Для любителей точности могу привести цифры. Поверхность морей и океанов — 361 миллион квадратных километров или 70,8% от всей поверхности Земли. А вот континенты и вообще вся суша занимают только 149 миллионов квадратных километров.

Приведенные мною цифры в некоторых справочниках могут отличаться. Это не значит, что где-то допущена ошибка. Причина заключается в методах измерения. Очень уж неровная форма у

планеты. Да и уровень океана меняется год от года, а значит, меняется его акватория и площадь суши.

Глава четвертая
КАК ЛЮДИ ИЗУЧАЛИ СВОЙСТВА СВОЕЙ ПЛАНЕТЫ

Какие свойства могут быть у планеты? Пожалуй, прежде всего — сила тяжести. Действительно, не испытывай предметы на поверхности Земли ее притяжения — давно улетели бы в космос.

Можно характеризовать Землю плотностью, давлением в любой точке внутри планеты, упругостью, внутренним теплом и магнитным полем. Свойства не существуют в отдельности от вещей. Только в нереальном мире чудес, куда попала некогда девочка по имени Алиса, могла существовать улыбка кота... без самого кота. Знать свойства Земли людям совершенно необходимо.

Возьмем самое первое — силу тяжести. Могла бы развиваться наука, ну хотя бы механика, что по-гречески означает искусство построения машин, если бы Галилей не заложил ее основы, не установил бы законы свободного падения тел? Если бы Ньютон не открыл основной закон классической механики, который вы с успехом изучаете в школе? Наконец, изучение распределения силы тяжести по поверхности планеты позволило ученым не только лучше представить себе строение земных недр, но и отыскивать полезные ископаемые.

Все науки и все исследования людей родились из жизненной необходимости общества. Конечно, немалую роль сыграла и природная любознательность рода человеческого, но главным стимулом была все-таки необходимость. И уж, конечно, понять устройство своей планеты и ее историю людям никогда бы не удалось, не постигни они те самые свойства, которые объединяют Землю с другими планетами и отличают ее от них.

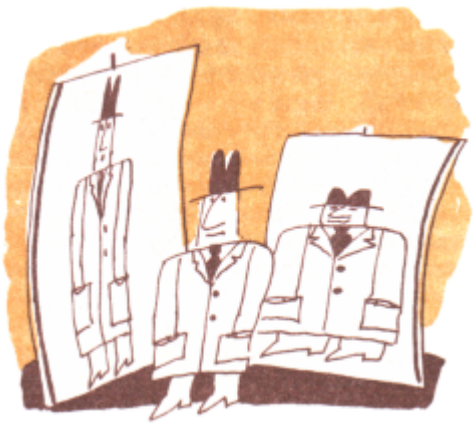
Вот о том, как люди изучали перечисленные свойства Земли, я и постараюсь рассказать вам в этой главе.

ЧТО БЫЛО БЫ, ЕСЛИ БЫ...

Мы рождаемся и живем на Земле, считая, что все окружающее нас *обыкновенно*, вполне *естественно* и *быть иным* просто *не может.* А так ли это? Давайте предположим, что в самом начале своего образования первоначальная масса нашей планеты

оказалась вдвое больше той, какая есть. Только и всего. Все же остальное было в соответствии. Давайте пофантазируем, что бы изменилось при этом в окружающем нас земном мире, если предположить тот же ход развития?

Прежде всего — изначальная масса вдвое больше, следовательно, и ускорение силы тяжести на поверхности в 1,38 раза больше нормального. Все стало тяжелее, все приобрело дополнительный вес.



Если при этом расстояние Луны от Земли считать прежним, то время оборота нашего спутника — лунный месяц станет не 27,3 суток, как сейчас, а укоротится до 19,4 суток. Изменится периодичность приливов и отливов в морях. Изменится толщина земной коры и размеры земного ядра. Иначе распределились бы осадочные породы, а следовательно, и места, которые занимают горы и низменности. Другим бы стал уровень радиоактивности в горных породах. А значит, изменились и потоки тепла из земных недр. Это в свою очередь повело бы к изменению толщины ледниковых щитов в полярных областях, к повышению или понижению уровня Мирового океана.

Раз потяжелеют камни, горы не смогут быть такими высокими. Их вершины опустятся, расплывутся как детские куличи из сухого песка. Волны океана не станут так высоко подниматься вверх, а их брызги не полетят так далеко. Кажется, пустяк, но это привело бы к уменьшению испарения воды и к большей сухости атмосферы.

Ну а уж животный и растительный мир изменится в этом случае вообще неузнаваемо. Короткие с толстыми стволами деревья тут же обзаведутся могучими корнями. У всех животных, населяющих сушу, на утяжелившихся костях ног нарастут более сильные мускулы. А представить себе, как летали бы птицы в

плотном воздухе при большей тяжести, я и не берусь. Человек же в таком мире будет вовсе не похож на нас с вами: коротконогий, приземистый, весь из мускулов. И неизвестно, сумел бы он встать на две ноги или так и остался бы на четвереньках.

А что мы изменили? Всего-то чуть-чуть силу тяжести. На этом примере, мне кажется, особенно хорошо видна взаимосвязь всех оболочек нашей планеты, их нерасторжимое единство.

Но попробуем представить себе обратную картину. Земля имеет массу в два раза меньше, чем есть. Я предлагаю вам проделать этот фантастический экскурс самостоятельно. И только для начала подскажу: ускорение силы тяжести станет 0,73 от существующего. А дальше сами...

Примерно в XVII веке люди в полной мере осознали важность этого свойства — силы тяжести. Тогда и задумались, как же взвесить Землю, как узнать ее массу, чтобы потом подсчитать и силу тяжести на поверхности. Если бы плотность вещества не менялась с глубиной — задачку решить было бы несложно. Взвесил, предположим, один кубометр земли, а потом умножай полученный вес на объем. Размеры-то земного шарика были уже известны. Но в том-то и горе, что в глубине земные слои куда плотнее, чем на поверхности. Нужно было эту трудность как-то обойти.

КАК ОТКРЫВАЛИ ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

Вы, конечно, знаете, что вес — это просто сила, с которой Земля притягивает к себе разные предметы. Одно и то же тело на Земле и на Луне весит по-разному, хотя масса его не меняется. Величина силы тяжести зависит от массы не только притягиваемого тела, но и притягивающего, а также от расстояния между их центрами. Вот только как зависит? От успеха решения этой задачи в XVII веке зависело буквально все развитие дальнейшей науки. Ученые это хорошо понимали и напрягали усилия, чтобы вывести закон, который связывал силу тяготения и массы тел.

В то время Исаак Ньютон упорно изучал движение Луны, задавая себе вопрос: «Что удерживает Луну от падения на Землю и какая сила движет ею по орбите вокруг Земли?» Эти вопросы тогда занимали не одного его. Едва ли не все ученое общество Лондона размышляло на ту же тему. Однажды астроном Галлей, друг и почитатель Ньютона, встретился в лондонском кафе с архитектором Реном. Оба сразу же заговорили о злободневных

научных вопросах. К ним подошел Гук — наблюдатель и демонстратор опытов в Лондонском королевском обществе. Оказалось, что все трое немало времени и сил отдали доказательству того, что под действием силы тяжести, которая убывает пропорционально квадрату расстояний, движение небесных тел должно совершаться по кеплеровским эллиптическим орбитам, а не по кругам, как считалось раньше. Но доказательство ни у кого не получилось.

Следует заметить, что эта идея уже давно витала в воздухе. О ней говорили и даже писали. Оставалось ее только доказать математически. Жил в то время один малоизвестный сегодня итальянский натуралист по имени Джиованни Борелли. Занимаясь изучением движения спутников Юпитера, открытых Галилеем, он пришел к интересному заключению. «Движение небесных тел определяется взаимодействием двух сил, — говорил он. — Одной, направленной к центру вращения, и другой — от центра». Борелли рассуждал: предположим, что планета находится на таком расстоянии от Солнца и движется с такой скоростью, что стремление от центра меньше силы притяжения. Тогда планета будет приближаться к светилу по спирали, пока обе силы не уравновесятся. Предположим дальше, что по инерции, открытой Галилеем, планета проскочила нейтральную орбиту и приблизилась к Солнцу ближе положенного. Тогда сохранившаяся скорость движения заставит центробежную силу преодолеть притяжение и планета станет удаляться от светила.

Об этих рассуждениях Борелли знали многие. Но в них не было ни строчки неопровержимых математических доказательств. Итальянский ученый просто предполагал существование силы притяжения и из нее логически выводил *необходимость*

обращения планет по орбитам.

Рен, самый богатый из всех троих джентльменов, сошедшихся в кафе, чисто в английском вкусе предложил на пари выплатить премию тому, кто первым решит задачу. Галлей и Гук согласились.

Прошло некоторое время, и Галлей как-то зашел к Ньютону по делам. Он рассказал ему о споре и о пари. Каково же было его удивление, когда его ученый друг с жаром заявил, что не только сам давно занимается тою же проблемой, но и почти имеет готовое решение.

Ньютон действительно давно рассуждал о причинах, удерживающих Луну на своей орбите. Искал силы, заставляющие наш спутник обращаться вокруг Земли. Упорно думал, пока ему не открылась вдруг простая истина. Да ведь для такого движения никакой дополнительной силы, кроме притяжения, и не нужно! Помните закон, гласящий, что ежели на тело не действует никакая посторонняя сила, то оно летит себе прямо с постоянной скоростью. Не так ли движется и Луна? Она летит себе прямолинейно в пространстве, а притяжение Земли ее все время заворачивает. И Луна падает, падает на Землю, но никак не может упасть...

Для окончательного вывода Ньютону нужны были точные сведения об орбите Луны и периоде ее обращения. Он попросил представить их ему королевского астронома Флемстида. Но тот, верный своему пренеприятному характеру, заявил в ответ, что не намерен потакать причудам мистера Ньютона. Пришлось Галлею чуть ли не похитить у королевского астронома результаты его наблюдений, чтобы передать их Ньютону. И тогда, менее чем через месяц, тот отослал своему другу готовую рукопись краткого мемуара с полным решением спорной задачи.

Ньютон просил пока не публиковать его сообщения, но зарегистрировать его в королевском обществе на случай споров о приоритете. Спустя год эта работа увидела свет.

— Мистер Ньютон разработал руду, которую я накопал, — не без сарказма заметил Флемстид.

— Если он накопал руду, то я смастерил из нее золотое кольцо, — парировал Ньютон, который хоть и не любил споров, но и в долгу не оставался, когда о его работе отзывались без должного уважения.

Конечно, одной теории Луны было недостаточно для утверждения о всеобщности закона всемирного тяготения. Но вслед за расчетами лунного движения последовали расчеты движения и многих других небесных тел, и замечательное уравнение Ньютона обрело статус всемирного закона.

Вы, наверное, помните его формулу

$F = G(M_1*M_2)/R^2$,

где F — сила притяжения, M_1 и M_2 — массы притягивающихся тел, R—расстояние между ними, а G — гравитационная постоянная, или коэффициент пропорциональности в законе тяготения, который еще предстояло определять.

Пользуясь созданной теорией, Ньютон сумел определить отношения масс небесных тел. Например, отношение массы Земли к массе Солнца, массы Юпитера к массе Солнца. Но вычислить массу каждого тела по отдельности никак не удавалось. Для этого нужно было точно знать коэффициент пропорциональности, то есть гравитационную постоянную. А для ее определения следовало поставить очень тонкие опыты по измерению притяжения двух тел с известными массами.

В ПОИСКАХ ГРАВИТАЦИОННОЙ ПОСТОЯННОЙ

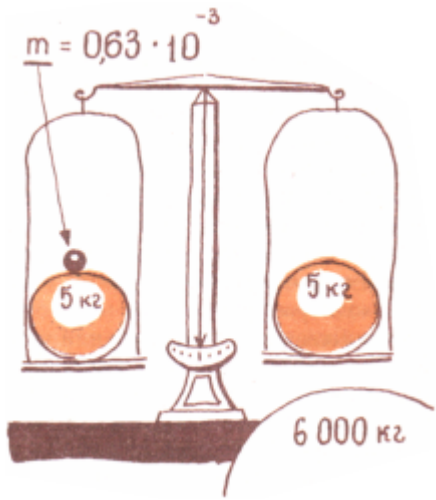
Даже через полвека после Ньютона величина гравитационной постоянной так и не была выяснена. Сила притяжения в лабораторных условиях была столь ничтожной, что для ее измерения нужны были какие-то сверхчувствительные и сверхточные весы.

В 1774 году новый королевский астроном Невил Маскелайн вместе с профессором математики Чарлзом Хуттоном решили измерить наконец плотность и массу Земли окончательно. Для этого они занялись наблюдением отклонения маятника от отвеса силой притяжения горного хребта в Пертшире. Вес маятника ученые знали. Знали и среднюю плотность горных пород хребта. После долгих измерений и расчетов англичане получили какие-то величины. Но веры в них не было. Слишком много источников ошибок таил в себе способ вычислений. И, таким образом, работа Маскелайна и Хуттона должна быть признана неудачной.

Примерно тогда же другой английский ученый Джон Митчел предложил заменить горный хребет парой тяжелых шаров. Однако опыт получался таким тонким и сложным, что было непонятно, кто сумеет его выполнить. Взялся за это известный физик и химик Генри Кавендиш. Он был настолько удивительным человеком и таким талантливым ученым, что я хотел бы рассказать о его жизни подробнее. Только, пожалуй, я это сделаю в «прибавлении». А сначала расскажу об опыте Кавендиша по определению гравитационной постоянной.

Ученый прикрепил пару маленьких металлических шариков к легкой планке, подвешенной на тоненькой медной проволочке. К этим шарикам Кавендиш подносил тяжелые свинцовые шары и измерял, на сколько при этом, из-за возникшего притяжения, поворачивалась планка и закручивалась проволока.

Он сделал столь чувствительную аппаратуру, что ему пришлось поместить всю экспериментальную установку в ящик, ящик поставить в наглухо закрытую комнату и наблюдения производить из другого помещения, через окно при помощи телескопа.



С 5 августа 1797 года и по 23 мая 1798 года Кавендиш проделал семнадцать опытов и вычислил удельный вес, или плотность Земли. Его результат расходился с тем, что насчитали Хуттон и Маскелайн. И никто не мог отыскать причины этого расхождения.

Позже, когда французский астроном и математик Пьер Лаплас опубликовал свои теоретические расчеты плотности Земли, исходя из уплощения ее фигуры и изменения силы тяжести, о результатах Кавендиша забыли. Цифры Лапласа были ближе к тем, что получили Маскелайн и Хуттон. Однако прошло время и измерения, произведенные Кавендишем, повторялись снова и снова. Последний опыт был произведен уже в сороковые годы нашего столетия американским ученым Гейлом из Национального бюро стандартов в Вашингтоне. Он использовал стальной цилиндр массой в шестьсот шесть килограммов и шарики по пятьдесят граммов на коромысле из золота и платины. Интересно отметить, что после перевода результатов Кавендиша в современные единицы разница между опытами 1797-го и 1946

годов составила всего 0,2%. Это еще раз говорит о таланте экспериментатора Генри Кавендиша, к описанию жизни которого я перехожу.

ПРИБАВЛЕНИЕ

В 1731 году в семье лорда Карла Кавендиша, герцога Девонширского, родился второй сын. Ребенок увидел свет в Италии. Но два года спустя, когда Генри только начинал говорить, мать умерла.

Мальчика ждала незавидная судьба младших отпрысков английских аристократических фамилий. Генри не мог наследовать ни герцогского титула, ни богатства. Усвоив эту истину еще в детстве, мальчик навсегда отказался от честолюбивых планов, сосредоточив весь свой интерес на естествознании. Он получил хорошее домашнее воспитание. Отец, питавший некоторую склонность к науке, довольно много занимался метеорологией. Он привлекал младшего сына к своим опытам, учил строить приборы и непременно добиваться точности результатов. Он же научил мальчика радоваться этой точности, видеть в ней достижение.

Генри рос нелюдимым, замкнутым ребенком. На каждое замечание реагировал он болезненно, подозревая покушение на свою независимость, самостоятельность и гордость.

Довольно поздно — по сравнению с другими подростками — поступил он в Питерхаус: дешевый колледж Кембриджского университета. Но проучился там недолго.

В Кембридже существует многовековая традиция «страшного тройного экзамена» — трайпоса. Почему он так называется, сказать трудно. Может быть, потому, что некогда экзаменующий восседал на высоком трехногом табурете, пользуясь неограниченным правом язвительного опроса и прямого издевательства над экзаменующимся. А может быть, просто причина заключалась в трехступенчатости испытания и в трех степенях отличий.

В прекрасно написанной биографии Д. К. Максвелла писатель Владимир Карцев рассказывает: «Экзаменующиеся по математике могли завоевать высшее отличие — «старший спорщик». Затем следовал «второй спорщик», «третий», «четвертый» и так далее. За ними шли «старшие оптимы», затем — «младшие оптимы». Потом — просто бакалавры, без отличий. И самый последний получал на всю жизнь прозвище «деревянная ложка».

Почему на всю жизнь? В этом-то и заключалась, наверное,

основа студенческого ужаса перед трайпосом. Место, полученное на этом экзамене, «волочилось потом за выпускником всю его жизнь, и котировался он дальше уже, например, как «Мистер Смит, 16-й спорщик такого-то года». И даже столь большая цифра была достаточно почетна. А каково было в тридцать, сорок и более лет именоваться «Мистер Хайд — деревянная ложка»?

Трайпос — немалое испытание для самолюбия и гордости любого студента. Для Генри Кавендиша с его болезненным самолюбием он был просто невыносим. Одна мысль о том, что кто-то посторонний, а не он сам, станет оценивать его знания и что эта оценка будет преследовать его всю жизнь, приводила его в ужас. Не дождавшись трайпоса, он покинул Питерхаус.

И вот, уединившись в своем доме, наведя в хозяйстве жесточайший режим экономии, молодой человек полностью отдается науке. Но науке для себя. Он словно пытается доказать, что только он сам для себя может быть единственным экзаменатором. И оттого все его результаты превосходят по точности достижения других ученых.

Он проводит целую серию исследований газов. Добивается блестящих успехов и не публикует ни строчки. Не желая признавать никаких авторитетов, он подчеркивает свое безразличие к обществу.

В эти годы окончательно складывается его на редкость угрюмый характер. Современники рассказывают, что с домашними Кавендиш объяснялся по преимуществу жестами, так было короче. Он не выносил присутствия женщин и старался не заводить вообще никаких новых знакомств.

В сорок один год он получил огромное наследство от умершего дяди, но это ни на йоту не изменило его привычек. Разве что он стал тратить без оглядки деньги на постановку экспериментов и на пополнение своей библиотеки. Вот как описывали современники Генри Кавендиша: «Странная нелюдимость, паническая боязнь женщин, угрюмый характер, молчаливость. Визгливый голос, с каким-то великим трудом исторгающийся из горла. Друзья злоупотребляли его доверием в пользовании его библиотекой. Незнакомцы не могли и думать о приглашении в дом. Все, что он делал, казалось, делал с великим трудом: писал, ходил. Странной казалась его походка, быстрая, но вместе с тем какая-то болезненная и искусственная, нелегкая. Ходил он, чтобы ни с кем не здороваться, посредине мостовой, между экипажами. Ко всему, что не касалось науки, Кавендиш был холодно-безразличен, никогда не слышали, чтобы он о чем-то отозвался более или менее положительно».

Кавендиш никогда не болел. Лишь на восьмидесятом году

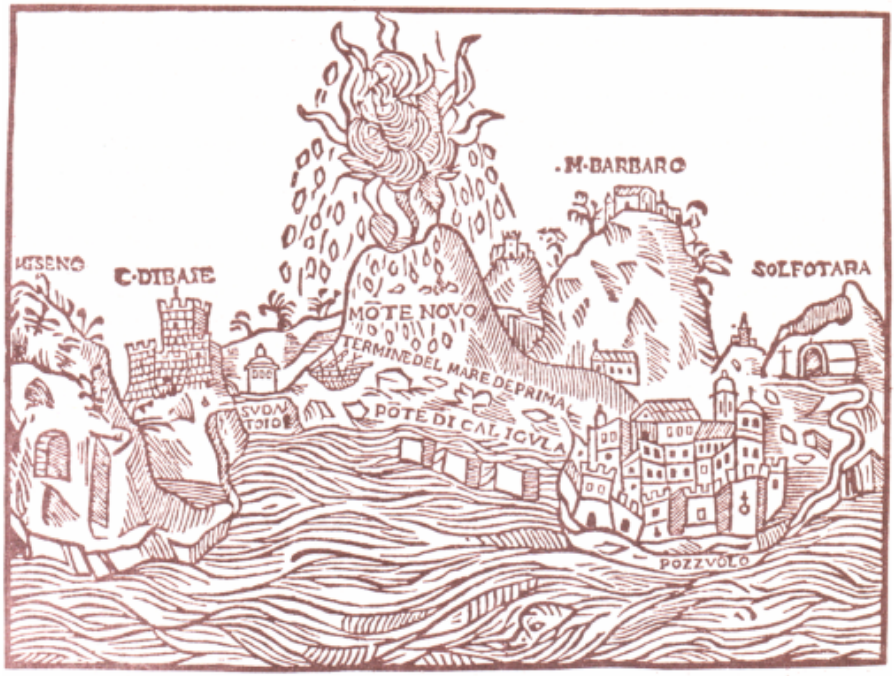
жизни впервые почувствовал недомогание. И эта болезнь оказалась роковой. Он сам понял, что умирает. Потребовал, чтобы никто из слуг не входил в его комнату, а врачу, прибывшему к нему, запретил помогать себе.

История не оставила нам подлинного портрета этого ученого. Существует только рисунок, являющийся собственностью Британского музея. Он, правда, больше похож на шарж...

Такова характеристика этого воплощения английской эксцентричности и чудачества. И вместе с тем Кавендиш был блестящим ученым. В его манускриптах Максвелл нашел описание удивительных по тонкости, оригинальности замысла и по выполнению экспериментов. Великолепные открытия сделаны им за закрытыми дверями домашней лаборатории. Открытия, о которых он и не подумал оповестить ученый мир.

ПОЧЕМУ ЗЕМЛЯ ТЕПЛАЯ

Рассказывают, что случилось это в середине XVIII века, когда кто-то из крестьян, живших неподалеку от подножия горы Везувия, вздумал вырыть у себя во дворе то ли колодец, то ли погреб. На глубине нескольких метров его лопата наткнулась на металл и звякнула. Осторожно расчистив находку, крестьянин увидел прекрасный бронзовый светильник, позеленевший от времени. «В городе за него любители старины наверняка отвалят кучу денег», — подумал он и стал копать дальше. В течение дня он вырыл еще несколько старинных вещей, а потом и статую...



Рождение новой горы. Со старинной гравюры.

Откуда они здесь под землей, на которой с незапамятных времен росли сады и люди передавали свои плодородные участки по наследству от отца к сыну, из поколения в поколение. Никто и не слышал о том, что здесь могло что-то быть еще, кроме садов и огородов.

В итальянских семьях хорошие новости недолго сохраняются в тайне. Вслед за удачливым «кладоискателем» принялись ковыряться в недрах своих участков и соседи. И вот то один, то другой с шумом заявляли о своих находках...

Примерно так, по рассказам очевидцев, начались раскопки древнего города Помпеи, засыпанного пеплом и залитого грязью во время извержения Везувия 24 августа 79 года нашей эры. Поистине память человеческая короче мига, который называется жизнью. За шестнадцать с лишним веков люди начисто забыли о существовавших здесь цветущих в ту пору городах. Потеряли даже места их нахождения и спокойно разводили овощи над крышами засыпанных строений. Но с началом раскопок пробудился и интерес к минувшему. Нашлись письма свидетелей того, что здесь произошло.

Жил в I веке нашей эры знаменитый римский писатель и ученый Гай Плиний Секунд, по прозвищу Плиний Старший. В молодости он служил в римской коннице, участвовал в походах и

побывал во многих областях обширной Римской империи. Плиний отличался прямо-таки ненасытной любознательностью. Где бы он ни был, всюду находил пищу для ума. В любой день: в дороге ли, в дни сражений, за обедом и даже в бане выкраивал он время, чтобы читать или слушать чтение, записывать или диктовать свои впечатления.

Когда возраст ученого перевалил за полвека, а мудрость его стала признанной и широкоизвестной, император назначил Плиния начальником флота. Корабли римлян стояли тогда у мыса Мизенум. В этом благодатном месте на берегу Неаполитанского залива рядом с Везувием богачи и патриции любили проводить свое время.

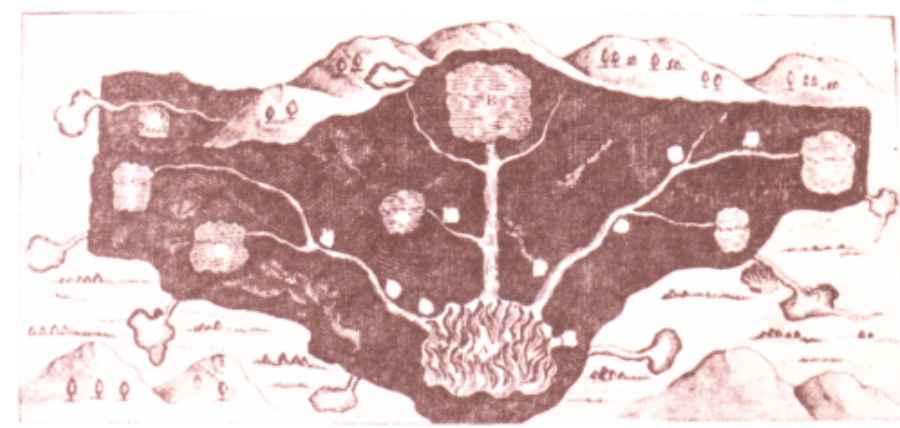
24 августа 79 года, примерно около пополудни над вершиной горы показалось облако необычайной величины и формы. Оно было похоже на средиземноморскую сосну — пинию с толстым стволом и широкой плоской кроной. Облако на глазах чернело, превращалось в тучу, которая время от времени взрывалась молниями.

Плиний тотчас же приказал подать лодку, чтобы подъехать к вулкану и подробно с близкого расстояния видеть все, что происходит.

«Он спешил туда, откуда бежали другие, ехал навстречу опасности и был так далек от всякого страха, что мог диктовать и зарисовывать даже мельчайшие подробности этого ужасного явления, — писал в своем письме племянник ученого, оставшийся в истории под именем Плиния Младшего. — Чем дальше продвигалось судно, тем горячее и сильнее был дождь. Стали падать куски пемзы и черные камни, обожженные и растрескавшиеся от жара. Море сильно обмелело».

Бесстрашный флотоводец высадился на берег. Он успокаивал боязливых и велел другим лодкам заняться спасением тех жителей, для которых дорога была только морем. Для защиты от падающих камней его спутники привязали себе на головы подушки. А Плиний даже пообедал у подножия сотрясающейся горы. «Между тем из Везувия в разных местах стали вырываться широкие языки пламени, из кратера поднялся огромный столб огня. Почва под ногами стала так колебаться, что казалось дома вот-вот разрушатся. И хотя по времени был еще ясный день, здесь и в окрестностях горы царила ночь, более темная и зловещая, чем обычно... В конце концов... угрожавшее пламя и ужасный запах серы обратил одних в бегство и напугал даже моего дядю, — пишет дальше Плиний Младший. — Опираясь на двух слуг, он приподнялся, но тотчас же снова упал навзничь. Я подозреваю, что густой дым задушил его».

Всю историю своего существования люди терпели страх от извержений, так что понятен интерес ученых к причине этих грозных явлений природы. Сохранились рассказы, что еще в V веке до нашей эры древнегреческий философ, поэт и государственный деятель Эмпедокл из Агригента, устав, как он говорил, от жизни, поднялся на вершину вулкана Этны. Там он и остался жить в хижине, пытаясь выяснить, как бушующий в недрах огонь порождает металлы и камни, а также, отчего случаются извержения. Эмпедокл был очень разносторонним человеком. Он называл себя чудотворцем и жрецом, брался лечить любые болезни и намекал на свою близость к Олимпу. Чувствуя приближение конца и желая, чтобы соотечественники поверили в то, что он взят живым богами на небо, философ кинулся в кратер. Увы, случившееся маленькое извержение тут же выкинуло обратно одну из его медных сандалий, открыв тайну исчезновения чудотворца.



Происхождение горячих ключей. Со *старинной гравюры.*

Две тысячи с лишним лет спустя, в начале XIX века на той же Этне, в ста шагах от места, которое и по сей день называется «Торро-дель-философ», то есть «башня философа», была построена первая научная станция для наблюдений за жизнью вулкана. А в 1847 году уже знакомый нам Доминик Франсуа Араго основал постоянную вулканологическую обсерваторию со специальной аппаратурой на Везувии. С середины прошлого века русские ученые не раз предпринимали экспедиции на вулканы Камчатки.

Взгляды на природу вулканических явлений и на причины извержений не один раз менялись. В основном они зависели от того, какая из гипотез о происхождении и внутреннем строении

Земли господствовала в данный момент. К XIX веку большинство ученых придерживались того мнения, что первоначальный огонь разбросан по разным местам в теле планеты. Предполагалось также, что на небольших глубинах под корой существуют целые озера расплавленной магмы. Сжатая, сдавленная горными породами эта масса время от времени со взрывами поднимается вверх, и тогда случаются извержения.

Живо было и такое мнение, что Земля еще не остыла и тоненькая твердая кора прикрывает раскаленную и расплавленную основу. При этом кора разрастается, вследствие остывания, сжимается и сдавливает магму.

Новый этап в развитии науки о вулканах — вулканологии — наступил в нашем столетии. В 1903 году французские физики П. Кюри и А. Лаборд измерили количество тепла, которое выделяет радий при распаде. Оказалось, что, превращаясь полностью в свинец, один грамм радия выделит столько тепла, сколько получится от сжигания полутонны каменного угля. Так не за счет ли радиоактивных процессов действуют вулканы?

В наше время считается, что планеты произошли в результате слипания холодных частиц. И лишь потом разогрелись. Причем радиоактивный распад — не единственный источник тепла. Немало энергии освобождается и в результате химических реакций, и при движении масс в недрах планеты. Плотные и потому более тяжелые комья вещества погружаются, как бы «тонут», опускаясь к центру Земли, и вытесняют на поверхность более легкие вещества. Процесс этот происходит страшно медленно. Но Земле торопиться некуда. При таком перемещении потенциальная энергия опускающихся к центру масс уменьшается. А куда ей деваться? Путь один — переходить в тепло!

Сейчас в центре Земли собралось примерно 86,3% всего тяжелого вещества, 13,7% еще продолжает свой путь. Так что этот источник все еще продолжает согревать нашу планету.

Горняки хорошо знают, что чем глубже шахта, тем выше в ней температура. В самой глубокой шахте — на уровне примерно четырех тысяч метров — люди уже не могут работать. Ученые подсчитали, что каждые сто метров в глубину температура поднимается примерно на три градуса. Это значит — тридцать градусов на километр. До центра — 6371 километр. Неужели там бушует 30 X 6371 = 191 130°С — без малого двести тысяч градусов? При такой температуре самые тугоплавкие породы превратились бы в пар, и нашей планете даже мечтать не стоило бы о твердой оболочке.

Скорее всего, скорость нарастания температуры не по всей

толще земли одинакова. Может быть, она на каких-то глубинах замедляется, а то и вообще перестает нарастать. Специалисты считают, что скорее всего температура в центре не должна превышать пяти тысяч градусов. Это, конечно, тоже немало. В справочниках по физике вы легко найдете, например, указание, что самый тугоплавкий металл вольфрам переходит в жидкое состояние при 3410°С. Значит ли это, что, начиная с некоторой глубины, недра планеты находятся в расплавленном состоянии? Не обязательно. В справочниках температуры плавления металлов и других веществ указаны для условий, соответствующих поверхности Земли. В недрах же совсем иное дело. Представляете себе, когда на каждый слой внизу давят все остальные, наваленные сверху... При давлениях в десятки и сотни тысяч атмосфер температуры плавления веществ становятся совсем иными. Они повышаются.

По расчетам советского ученого В. А. Магницкого на глубине одного километра давление равно 275 атмосферам. На глубине 50 километров — около 13 000 атмосфер. В центре же земли — более трех миллионов атмосфер. Такие величины давлений нам даже и представить себе трудно.

Но если нельзя вырыть шахту глубокую-преглубокую, то, может быть, можно пробурить в коре скважину? Бурить, бурить как можно глубже... Наверное, если взяться за подсчеты всех скважин, пробуренных в теле нашей планеты, число получится миллионное. При этом скважин, глубина которых больше пяти километров, — тысячи. Несколько десятков прошли семикилометровую отметку. А глубже?..

Самая глубокая в мире скважина — Кольская. Она приближается к одиннадцатикилометровой отметке. За нею шла Первая Берта Роджерс — девять с половиной километров, пробуренная в штате Оклахома США. Затем еще несколько отдельных скважин, глубины которых распределились между семью и девятью километрами. И все! В чем же дело? Почему, несмотря на давние проекты, люди еще не проникли в тело планеты на такую глубину, какая им нужна?

Это оказалось очень сложной проблемой, и я, пожалуй, расскажу вам о ней, когда мы узнаем побольше о строении земной коры.

Глава пятая
ПОЧЕМУ ЗЕМЛЯ МАГНИТ!

Мне осталось рассказать вам о последнем из намеченных свойств Земли — о ее магнитном поле. Это явление люди тоже заметили довольно давно. Сначала находили какие-то камни, которые притягивались один к другому и неодолимо влекли к себе железо. Потом обратили внимание и на то, что маленькая стрелочка из магнитного железа, насаженная на иглу, всегда смотрит одним своим концом в одну и ту же сторону, в направлении путеводной Полярной звезды. Даже когда небо бывало закрыто тучами.

Мудрецы считали, что там, возле Малой Медведицы, находится на небе большой магнитный камень. К нему-то и тянутся все магниты Земли. Трудно сегодня сказать, кто первым надумал использовать магнит для указания пути. Может быть, финикийские мореплаватели, а может, китайцы. В Европу компас попал довольно поздно. Попал вместе с арабской легендой о высоких горах из железного камня, что стоят на Крайнем Севере. Будто эти магнитные горы притягивают к себе корабли и вырывают из них все гвозди.

И хотя сила магнита не без основания казалась довольно таинственной, компас пришелся морякам по вкусу.

В конце XVI века английский строитель компасов Роберт Норман описал свойства магнитной стрелки. Он обнаружил наклонение ее к горизонту и возражал тем, кто по-прежнему верил, что «магнитный камень», притягивающий магниты Земли, находится на небе. Басни о магнитных горах его тоже не удовлетворяли. В конце концов Норман ограничился тем, что описал устройство «инклинаториума» — то есть стрелки, вращающейся вокруг горизонтальной оси в направлении магнитного меридиана.

В те времена не меньше моряков и путешественников свойствами магнитов интересовались медики. Они прописывали толченый магнит как слабительное. Представляете, какое нужно было иметь здоровье, чтобы выдержать подобное лечение.

Доктор Гильберт, или сэр Уильям Джильберт Колчестерский, как называли в то время англичане лейб-медика Елизаветы — королевы Англии, не зря занимался магнитами. Семидесятилетнюю королеву не могли не интересовать проблемы сохранения, если не молодости и красоты, то хотя бы здоровья, подточенного излишествами придворной жизни. А это означало,

что ее врач должен был изучить все возможности сохранения августейшего благополучия. Отдадим Гильберту должное: после многолетних опытов он осмелился, вопреки мнению авторитетов, утверждать, что прием толченого камня с магнитными свойствами внутрь «вызывает мучительные боли во внутренностях, чесотку рук и языка, ослабление и сухотку членов».

Правда, при этом он еще соглашался с тем, что тот же магнит «возвращает здоровье и красоту девушкам, страдающим бледностью и дурным цветом лица, так как он сильно сушит и стягивает, не причиняя вреда».

Прочитав обе цитаты, вы можете сказать, что почтенный врач противоречит сам себе. Правильно! Но его последнее утверждение могло быть, с одной стороны, некоей данью авторитетам, а с другой — и «маленькой ложью во спасение». Представьте себя на минутку королем. Многие годы ваш лейб-медик занимается какими-то опытами, уверяя, что ищет способ сохранения вашего здоровья. И за это вы платите ему приличное вознаграждение. И вдруг много лет спустя он выпускает научный труд, из которого становится ясно, что лекарства, коими он вас пользовал, не только бесполезны, но и производят сами «мучительные боли», «чесотку рук и языка», «ослабление и сухотку членов»... Боюсь, что после такого заявления вашему лейб-медику бы не поздоровилось.

Гильберт был умен, учен и весьма осторожен. В 1600 году из-под печатного пресса вышел его обширный труд: «О магните, магнитных телах и о большом магните — Земле». Шесть книг, написанных прекрасной латынью и снабженных гравированными рисунками. Бессмертный труд.

«ГИЛЬБЕРТ БУДЕТ ЖИТЬ, ПОКА МАГНИТ НЕ ПЕРЕСТАНЕТ ПРИТЯГИВАТЬ»

Елизавета вошла и тихо опустилась в приготовленное для нее кресло возле камина. Вечером особенно заметно, как она немолода. Кажется, что веснушки и темные пятна с возрастом расплылись, усугубив общий нездоровый фон и без того не слишком привлекательного ее лица. Рыжеватые, густо выбеленные сединой волосы, перевитые жемчугом, поредели. Правда, голова ее все еще высоко поднята. Но не заслуга ли это воротника? И не тяжелое ли платье, расшитое золотом, не дает согнуться стану этой пожилой и усталой женщины? Впрочем, глаза у королевы зорки и светятся любопытством. Она машет платком, давая знак начинать...

— Ваше величество! — Гильберт говорит мягко, приятным голосом, как и подобает врачу. — Я собираюсь, если будет на то божья воля и желание вашего величества, не умаляя заслуг тех, кто говорил о том до меня, изложить здесь перед вами открытую мною с помощью многих трудных и дорогостоящих экспериментов истину, которая противоречит мнению многих других философов, даже самых древних... Почему магнитная стрелка, применяемая на кораблях вашего доблестного флота, всегда показывает одно направление. Почему?.. — Гильберт обводит взглядом собравшихся. Здесь, пожалуй, самые мудрые люди королевства: утонченные политики, дипломаты, военачальники и флотоводцы, знатоки законов и права. Но что они ответят?

— Позвольте, сэр Вильям. — Слово берет седобородый лорд адмиралтейства. — Какая же это загадка? Всем морякам флота ее величества известно, что намагниченное железо направляется к северу, поскольку ему сообщается сила полярных звезд, подобно тому, как солнце притягивает растения...

Придворные одобрительно кивают головами. Говорящий прав, кто не знает, что в небе под хвостом у Большой Медведицы имеется сильный магнитный камень, притягивающий магниты Земли. Об этом говорят все астрологи, предсказывающие по звездам судьбу. Как правильно, что лорд Н. поставил на место этого выскочку королевского лекаря...

Лейб-медик берет со стола каменный шар.

— Ваше величество, я не намерен прибегать к голым и утомительным умозаключениям или измышлениям.

Мои аргументы, как вы легко можете видеть, основаны только на опыте, разуме и демонстрации. Этот шар, выточенный с немалыми расходами и трудами из магнитного камня, я назвал «тереллой», что означает «маленькая земля», «земелька». Я подношу к ней магнитную стрелку. Смотрите, ваше величество. Я надеюсь, что все леди и джентльмены ясно видят, как один ее конец притягивается к одному полюсу тереллы, а другой к другому. Не так ли ведут себя и стрелки компасов, установленные иждивением адмиралтейства на кораблях флота ее величества? Если не так, то боюсь, что немногие корабли, посланные в неведомые страны, воротятся в свои порты... Но не доказывает ли это, что причина притяжения скрывается не в небе? Не является ли вся наша земля неким «большим магнитом»?

Придворные переговариваются: «Сэру Вильяму не откажешь в проницательности и ловкости в доказательствах. А как он срезал этого надутого индюка лорда Н., браво! Давно пора. Пожалуй, с этим лекарем опасно спорить...» Между тем Гильберт продолжает:

— Век мудрого правления вашего величества даровал человечеству неисчислимые богатства; открыт Новый Свет, изобретено книгопечатанье, телескоп, компас... Эти открытия стали источником нового могущества, открыли новые горизонты и в то же время предложили человеческому гению новые задачи. Как решить их? Здесь поможет только опыт!..

— Доктор Гильберт совершенно прав, когда говорит об опыте как о верховном судье... — Чей это голос, перебивший плавную речь королевского медика? Придворные и сама Елизавета повернулись в сторону говорящего. Реплика принадлежала Бэкону. Он продолжал: — Опыт есть основа науки. Но какой опыт? Разве количество бессистемно проделанных экспериментов приведет к пополнению копилки знаний? Надо не просто увеличивать количество разрозненных знаний. Надо создать новый метод, опирающийся на опыт, выработать правила проведения экспериментов. Только тогда они приведут к изобретению нового. А изобретение — высшая цель науки. Экспериментирование же наугад лишь вводит в заблуждение, а не просвещает людей...

Гильберт казался спокойным, хотя руки его задрожали.

— Если ваше величество позволит продолжить мне, то, возможно, и я своими опытами сумею ответить сэру Френсису.

Придворные перешептывались. Лорд-канцлер, наклонившись к королеве, шептал ей что-то на ухо. Глаза Елизаветы блестели. Она обожала споры, которые не затрагивали интересов короны и государства.

— Продолжайте, сэр Вильям.

Гильберт стал водить магнитной стрелкой по поверхности тереллы.

— Взгляните, ваше величество, на разных удалениях от полюсов магнитная стрелка по-разному отклоняется от своего горизонтального положения. Ее наклонение уменьшается у экватора, и, напротив, на магнитных полюсах тереллы она стремится стать вертикально...

Эти слова заставили двух адмиралов флота протиснуться к столу. Нельзя ли использовать эту способность магнитной стрелки, чтобы решить проблему определения местонахождения корабля в открытом море?..

А Гильберт уже кладет небольшие магнитные стерженьки в легкие кораблики и пускает их плавать в узкое корыто с водой. Всплескивают руками дамы, наблюдая, как устремляются навстречу суденышки со стерженьками, повернутыми друг к другу разноименными полюсами. И как расходятся те, на которых стержни выставлены вперед одноименными концами. Присутствующие в восторге. «Вот уж истинно сокрушительный ответ этому умнику Бэкону». Действительно, победа Гильберта была очевидной. Королева улыбалась.

— Если ваше величество соблаговолит согласиться с выводом, что земля — магнит, то остается сделать один шаг и для допущения, что и другие небесные тела, в особенности Луна и Солнце, наделены такими же магнитными силами. А коль скоро так, то не причина ли приливов и отливов, не причина ли движения небесных тел заключается в магнетизме?

Вряд ли кто-нибудь из присутствующих мог понять всю глубину высказанного Гильбертом предположения. Один лишь Бэкон готовился возразить. И он непременно сделал бы это, потому что Гильберт своими словами поддерживал учение польского астронома Николая Коперника, а Бэкон движение Земли отвергал. Но тут кто-то больно наступил ему на ногу, и молодой стряпчий увидел рядом побелевшие от гнева глаза дяди. «Говори, когда спрашивают», — казалось кричали эти глаза. И сэр Френсис смолчал.

Лорд-канцлер снял с пальца перстень с крупным бриллиантом.

— Прошу вас, сэр Вильям, проверьте, не пропадет ли сила вашего магнита, если положить рядом этот камень? Кажется, существует мнение, что алмазы уничтожают притяжение...

— Милорд, — отвечает врач, — боюсь, что одного камня, даже с вашей руки, недостаточно, чтобы проверить это утверждение. А у меня таких драгоценностей нет.

Взгляды присутствующих обратились к королеве.

Поколебавшись, Елизавета приказала принести несколько крупных камней из сокровищницы. Королева была скуповата.

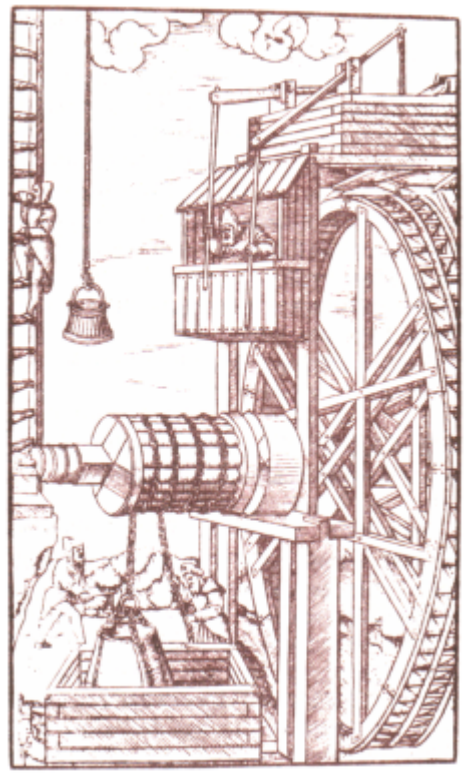
Но ей всегда доставляло удовольствие любоваться игрой своих бриллиантов. Тут было несколько возможностей: похвастаться перед придворными, посмотреть на бриллианты и, конечно, не лишено интереса убедиться в том, не уничтожат ли драгоценные камни силу магнита.

Гильберт обложил магнит семнадцатью крупными алмазами и поднес к нему другой магнит. Все затаили дыхание. А вдруг камни исчезнут или испортятся? Но раздался щелчок, и оба стержня слиплись. Присутствующие захлопали в ладоши.

— Ваше величество может убедиться, что и это мнение древних оказывается ложным. Можно уничтожить, конечно, намагниченность железной стрелки. Для этого ее следует нагреть...

Королева зевнула. Ученая беседа утомила всех. Один лишь Бэкон, казалось, готов был слушать до бесконечности. Его глаза так часто загорались блеском противоречия, что Гильберт старался не смотреть в его сторону. Врач тоже устал. Не доверяя слугам, он сам собрал свои приборы и откланялся почти незамеченный.

«Из доказательств наилучшее — есть доказательство опытом — эти слова напишет Бэкон несколько лет спустя после описанного вечера и тут же добавит: — Однако нынешние опыты бессмысленны. Экспериментаторы скитаются без пути, мало продвигаясь вперед, а если найдется серьезно отдающийся науке, то и он роется в одном каком-нибудь опыте, как Гильберт в магнетизме». Странное высказывание для того, кто во главу угла всей новой науки требовал поставить экспериментальный метод. Впрочем, сегодня нам трудно понять, насколько принципиальные побуждения двигали непоследовательным Бэконом в оценке трудов лейб-медика Елизаветы.



Рудоподъемник в старинной шахте. Со старинной гравюры.

Зато совсем иначе звучит отзыв другого современника Гильберта итальянского ученого Галилео Галилея: «Величайшей похвалы заслуживает Гильберт... за то, что он произвел такое количество новых и точных наблюдений. И тем посрамлены пустые и лживые авторы, которые пишут не только о том, чего сами не знают, но и передают все то, что пришло им от невежд и глупцов».

Жаль, что сам Гильберт не узнал об этой блестящей оценке. В марте 1603 года умерла королева, а несколько месяцев спустя за нею последовал и ее врач. Перед смертью он завещал все свое научное имущество Лондонскому обществу медиков. Но страшный пожар уничтожил дом и приборы Гильберта. Осталось лишь сочинение «О магните...» да имя. Много это или мало?

Пожалуй, лучше других на этот вопрос ответил английский поэт Джон Драйден, написавший: «Гильберт будет жить, пока магнит не перестанет притягивать».

А какой памятник мы, потомки, поставили великому созидателю науки о магнетизме Земли? В память о нем единица магнитодвижущей силы в системе единиц СГС носит сегодня

название *гильберт*!

«О СХОДСТВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИЛЫ С МАГНИТНОЮ»

Гильберт доказал, что Земля — магнит. Он изучил поведение магнитной стрелки возле выточенной из магнитного камня тереллы и показал на своей модели причину магнитных наклонений. В двух точках шара стрелки Роберта Нормана становились торчком. Стрелки лучших компасов, помещенные в те же точки, бессильно крутились, не способные выбрать никакого направления.

Как же выглядит Земля-магнит? Какую картину имеет ее магнитное поле? Ведь мы, люди, его не видим, не слышим и вообще никак не ощущаем... Правда, есть один очень древний опыт. Он такой старый, что даже неизвестно, кто его проделал первым. Делается он так. На обыкновенный линейный магнит вы кладете листок плотной бумаги и насыпаете на него железные опилки. Потом стучите пальцем по листу и опилки послушно распределяются вдоль силовых линий магнитного поля, показывая их направление. Простой опыт, но исключительно наглядный. Каждая крупинка железа, попав в магнитное поле, сразу же намагничивается, становится как бы маленькой компасной стрелкой. Как и полагается «нормальному» магниту, она тут же сцепляется своим северным концом с южным полюсом соседнего магнитика, тот со следующим и так далее, располагаясь по направлению действия магнитных сил.

У полюсов, где опилки налипли гуще, магнитное поле сильнее. А там, где опилки распределились пореже, и поле слабее. Так же, как у линейного магнита, выглядит магнитное поле и нашей Земли.

А не спрятан ли внутри планеты, где-нибудь в центре ее, этакий «магнитный столб», величиной с вавилонскую башню? — рассуждали знатоки, пораженные небывалой картиной. Долгое время никто не мог придумать ничего лучшего для объяснения. Но тут стали накапливаться факты совсем из другой области, но тоже связанные с магнитом.

ПРИБАВЛЕНИЕ

Жарким грозовым днем в июне 1731 года молния ударила в дом

одного почтенного купца города Уэкфилда. Услышав грохот, испуганный негоциант вбежал в комнату и обнаружил, что небесный огонь разбил ящик, наполненный стальными ножами и вилками и разбросал все столовые приборы по полу. Кинувшись подбирать имущество, купец обнаружил, что ножи и вилки оказались намагниченными...

Компасные мастера не раз замечали, что у кораблей, пришедших из дальних плаваний и побывавших в жестоких грозовых бурях, компасные стрелки оказывались перемагниченными. Северный конец указывал на юг, а южный—на север. Это случалось на тех судах, мачты которых принимали на себя удары молний.

Молния, молния... Но ведь молния — это не что иное, как огромная электрическая искра...

7 сентября 1753 года в здании Санкт-Петербургской императорской Академии господин профессор Франц Ульрих Теодор Эпинус прочел на конференции трактат: «О сходстве электрической силы с магнитною».

Дальше оставалось только доказать и подтвердить на опытах связь электричества с магнетизмом. Только... Но это-то «только» и не удавалось никому из физиков. Правда, английский химик Гемфри Дэви, соорудив гигантский вольтов столб, состоящий из двух тысяч пар пластин, и получив электрическую дугу, обнаружил, что пламя дуги отклоняется магнитом. Но это было не совсем то... Пламя...

Уже были найдены многие связи между электричеством и светом, между электричеством и звуком, даже между электричеством и теплом. А вот связать электричество с магнетизмом никак не удавалось. Так продолжалось до 15 февраля 1820 года.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОНФЛИКТ ХАНСА ЭРСТЕДА

В тот день в Копенгагенском университете должен был читать лекцию о связи электричества с теплотой профессор Ханс Кристиан Эрстед. Сорокатрехлетний ученый был довольно известной фигурой в Дании. Родившись в семье аптекаря, он получил диплом фармацевта, а потом доктора философии, и его научные интересы были широкими и разносторонними. За интересные работы по получению хлористого и металлического алюминия Эрстед был принят в члены Датского королевского научного общества и стал его непременным секретарем. Он много

ездил, совершая научные путешествия по европейским государствам, и знакомился с учеными разных стран.

Эрстед был хорошим лектором и умелым популяризатором науки. Немудрено, что на его лекции собиралось много студентов. В те годы свободного посещения студенты попросту игнорировали лекции профессоров, которые читали плохо или недостаточно знали предмет.

Рассказывая о нагревании проволоки под действием протекающей в ней электрической жидкости, профессор Эрстед подошел к столу, чтобы показать опыт: подключить к полюсам вольтова столба платиновую проволочку, нагреть ее и дать желающим пощупать... Такой опыт в те времена вызывал настоящий восторг среди слушателей и очевидцев.

Как случилось, что на столе рядом с нагреваемой проволокой оказался компас, сказать сегодня невозможно. Он не имел никакого отношения к теме лекции. И его присутствие здесь было чистой случайностью. Но это была «великолепная случайность».

Столь же прекрасным было и то, что один из студентов, которого, по-видимому, не слишком интересовали электрические опыты, обратил внимание на компас. И заметил, что при включении гальванической цепи магнитная стрелка почему-то отклоняется. И надо же было этому студенту задать вопрос о причине обнаруженного явления... Он был, по-видимому, все-таки любознательным молодым человеком. Как жаль, что мы никогда не узнаем его имени...

Эрстед даже растерялся от неожиданности вопроса.

— Я не понимаю, господин студент, о чем вы говорите.

— Но я говорю о том, что видел собственными глазами. В момент включения вами, господин профессор, цепи стрелка компаса отклонилась.

— Вы уверены, что это было так? — медленно переспросил Эрстед, оглядывая демонстрационный стол. Он заметил, что один из проводов, идущий от батареи, образовал петлю и лежал на компасе почти параллельно стрелке.

— Но я могу поклясться, что все было именно так! — воскликнул возмущенный недоверием студент и стал продвигаться к столу через группу своих товарищей.

— Не двигайтесь! — закричал Эрстед. — Я сейчас повторю опыт, ничего не изменяя. Следите за стрелкой и скажите, что вы увидите.

Он снова замкнул цепь и едва не оглох от дружного вопля студентов: «Отклонилась!»

Сколько времени Эрстед ждал этого момента! На какие ухищрения только не шел, чтобы обнаружить связь электричества

с магнетизмом. А все оказалось так просто...

— Отклонение магнитной стрелки, господа, может быть вызвано единственной причиной, — голос его дрожал от волнения и прерывался, — электрическим конфликтом, то есть воздействием на магнитную стрелку перемещающейся в проводнике электрической жидкости.

Пять месяцев спустя из печати вышел небольшой мемуар Эрстеда, озаглавленный: «Опыты, касающиеся действия электрического конфликта на магнитную стрелку». В нем было изложено правило, уже очень похожее на формулировку закона: «Гальваническое электричество, идущее с севера на юг над свободно подвешенной магнитной стрелкой, отклоняет ее северный конец к востоку, а проходя в том же направлении под стрелкой, отклоняет ее на запад». Но вот почему все происходило именно так, а не иначе, Эрстед объяснить не мог.

«НАШ ВЕЛИКИЙ АМПЕР»

Мы с вами ведь уже знакомы с Домиником Франсуа Жаном Араго — удивительным человеком, на долю которого выпало столько приключений, что их хватило бы на толстый роман. Араго был серьезным ученым.

Прежде всего, он был, пожалуй, геодезистом и астрономом. Но еще он увлекался физикой, исследовал законы света вместе с Френелем и дружил с Ампером, будучи не чуждым интересам к электричеству и магнетизму.

В 1820 году в Женеве Араго увидел на собрании натуралистов повторение опытов Эрстеда. И конечно, тут же решил познакомить с ними своих соотечественников. Вернувшись домой, он собрал нехитрую установку с вольтовым столбом и продумал программу экспериментов.

Чтобы стрелка компаса легче вращалась, понадобилось подпилить опорную иглу. Работа не сложная. И вот — ток включен и магнитная стрелка отклоняется серебряным проводничком с током от своего законного направления. Но что это? Какая-то грязь?.. Араго протирает серебряный проводник и снимает с него налипшие железные опилки. Однако стоит ему положить проводник на стол, как опилки вновь налипают на него...

Араго выключает ток, и опилки осыпаются с серебряной проволоки. Включает — и они облепляют ее, будто серебро стало магнитом. Серебро — магнитом! Вот!.. Счастливое открытие,

которое он заметил и тут же осознал его важность. Немагнитный серебряный проводник, когда по нему проходит электрический ток, становится магнитом! Интересно! Очень интересно!

Снаружи раздался стук. Араго выглянул в окно и увидел сверху обвисшие поля шляпы и плечи мятого камзола. Это Ампер — академик Андре Мари Ампер — самый гениальный и самый рассеянный из его друзей. Пыль на его башмаках доказательство того, что он уже давно вышел из своего дома на улице Фоссе де Сан-Виктор и бродил по Парижу или по его предместьям, не разбирая дороги, как всегда погруженный в свои мысли.

— Входите, входите, мой друг! — В голосе Араго звучала неподдельная нежность. Он искренне любил этого нескладного и такого несчастного человека, вечного отшельника и глубокого мудреца Ампера. — Входите и давайте вашу шляпу. Я ее положу здесь отдельно от других, чтобы вы не спутали...— Араго напомнил тот случай, когда после бурных споров по вопросам метафизики в одном из парижских домов Ампер схватил по рассеянности треуголку присутствовавшего священника и ушел в ней домой, оставив духовному отцу свою круглую шляпу.

Ампер улыбнулся:

— Вы жестоки. А я-то бежал к вам, чтобы рассказать, к каким замечательным выводам пришел, обдумывая опыты Эрстеда... Вы знаете, его открытие знаменует собой начало новой эпохи в электричестве — электричестве не статическом, не неподвижном, а, наоборот, движущемся, выливающемся из гальванических батарей, подобно потокам...

Араго проводил друга наверх в лабораторию и усадил в кресло.

— ...Я вижу, что и вы не чужды гальваническим увлечениям? — восклицает Ампер, кивая на приборы и вольтов столб.

— Вы правы. Я воспроизвел опыт Эрстеда и, как мне кажется, наткнулся на новое явление. Может быть, оно заинтересует вас?..

Араго снова замыкает цепь и приближает проводники к опилкам. Тотчас же они облепляют проволоку, ощетинившись как иглы. Ампер протянул к цепи руку, Араго выключил ток, и опилки легким дождем ссыпались в ладонь Амперу...

— Прекрасно! — Ампер вскочил с места. — Это только лишний раз доказывает, что я прав. Покоящиеся заряды не взаимодействуют с магнитной стрелкой. Но стоит им прийти в движение, и они превращают серебряный проводник в магнит. Провод — магнит! Превосходно. — Он на мгновение задумался. — А как вы думаете, станут взаимодействовать два провода с током, как магниты?..

Он уже не ждал ответа. Мысль его заработала. Глубоко

внутри началась таинственная, никому не ведомая работа, результатом которой бывает озарение и новые идеи...

Ампер стремительно шагал по набережной Сены, находясь в том счастливом состоянии духа, когда то, о чем так много и упорно думалось, представляется вдруг если еще и не совсем ясным, то проступающим и уже понятным в целом, будто наплывающее строение в клубах утреннего тумана, тающего под лучами солнца.

Мальчишки плыли по течению, весело перекликаясь друг с другом, и Амперу вдруг пришла в голову мысль о простом правиле, с помощью которого можно всегда определить направление отклонения магнитной стрелки протекающим током. Он решил назвать его «правилом пловца». Если пустить человека плыть по течению, совпадающему с направлением тока, лицом вниз, то он будет видеть, что северный конец стрелки всегда отклонится под действием этого тока вправо... Браво, Андре!.. Он оглянулся: как было бы хорошо начертить все это, поставить стрелки, определить направления... Вот и кусочек мела нашелся в кармане... Какое счастье, что рядом с ним его черная доска...

Парижане — сдержанная публика, когда дело касается чьих-либо чудачеств. Но это уж... извините, мсье... Сначала один, потом двое, наконец, пятеро прохожих оглянулись с возмущением на пожилого дурно одетого господина, который в самозабвении расчерчивал мелом заднюю стенку чьей-то черной кареты.

18 сентября 1820 года на заседании Парижской академии наук академик Андре Мари Ампер начал свою знаменитую серию докладов по электромагнетизму.

— При самом начале явления, открытые Эрстедом, мсье, — говорил Ампер, стоя на возвышении, — по справедливости названы электромагнитными. Однако в явлениях, о которых хочу говорить я, магнит не участвует. И потому правильнее будет дать им общее название электродинамических...

Первый опыт, на который меня подтолкнули блестящие эксперименты нашего общего друга академика Араго, я проделал с двумя прямыми проволоками, по которым протекает электричество от вольтова столба. И мое открытие заключается в том, что две параллельные соединительные проволоки взаимно притягиваются, когда электричество движется по ним в одном направлении, и отталкиваются, когда направления токов противоположны...

По комнате, где проходило заседание, пробежал шепот. Открытие Ампера было так просто и поистине гениально. Оно вызвало разные чувства у присутствующих. Араго гордился своим другом. Био слушал с неослабевающим интересом, изредка

поглядывая на молодого Савара, с которым его связывала дружба. Семидесятилетний Лаплас дремал. Однако было здесь и немало тех, кого с первых же слов Ампера начала снедать зависть. «Подумаешь, открытие! — говорили они. — Притяжение и отталкивание токов — это не более чем видоизмененное притяжение и отталкивание заряженных тел, известное еще со времен Дюфе...»

Ампер живо реагировал на это возражение.

— Одинаково наэлектризованные тела взаимно отталкиваются, два же одинаковых тока притягиваются... и, соприкоснувшись, остаются соединенными, как магниты.

— Но позвольте, — говорили завистники, — в чем же новизна открытия? Эрстед доказал действие тока на магнитную стрелку. Но если два тела способны действовать на третье, то они должны действовать и друг на друга... Не означает ли это, что взаимное притяжение и отталкивание проводов суть следствие, вытекающее из опытов того же Эрстеда?..

И они садились на место, внутренне торжествуя, внешне же притворно сожалели, что слава поспешного открытия их коллеги исчезает как дым... И тогда снова вскакивал Ампер. Он предлагал сомневающимся в его заслугах вывести самим из опытов Эрстеда направление взаимодействия токов. И когда его противникам это не удавалось, садился на место удовлетворенный. И так продолжалось не раз и не два...

Четыре понедельника подряд в октябре 1820 года выступал Ампер с трибуны академии, докладывая о результатах своих исследований. Потом он выступал еще и еще... Он свернул провод в спираль и, пропустив по нему ток, обнаружил, что получившийся соленоид ничем, по своим свойствам, не отличается от обыкновенного магнита.

— Каждый магнит, мсье, я в этом уверен, — с жаром говорил Ампер коллегам, — представляет из себя множество естественных соленоидов, по которым текут крошечные круговые токи. Именно гальванический ток, циркулирующий в каждой частице вещества, создает ее природный магнетизм. Только электрический ток определяет магнитные свойства тела...

Поиски металлов в XVI веке. Со старинной гравюры.

Пока оси этих круговых токов разбросаны беспорядочно внутри тела, магнитные свойства не могут себя проявить, ибо они компенсируют друг друга. Но стоит всем осям по какой-то причине стать параллельными, выстроившись по ранжиру, и тогда железо и сталь становятся магнитами...

В 1821 году, устав от опытов, которые он проводил в собственной квартирке на улице Фоссе де Сен-Виктор за столиком, сделанным своими руками, и с неуклюжими приборами, изготовленными бродячим слесарем, Ампер заявил, что переходит к составлению теории. В ней он хотел в ясной математической форме привести к единству все многочисленные результаты опытов и электродинамические явления.

Пожалуй, именно после этого французы стали называть близорукого и рассеянного чудака «наш великий Ампер».

САМ СЕБЕ ГЕНЕРАТОР

Теория Ампера отнюдь не вызвала единодушного признания у современников. Большинству из них трудно было представить себе магнетизм без привычного носителя — магнитной жидкости. А уж предполагать наличие электрического тока внутри Земли — это увольте...

Правда, кое-кто из исследователей-экспериментаторов пытался закапывать металлические пластины глубоко в землю и соединять их друг с другом проволокой через гальванометр. При этом бывало, что прибор даже показывал ток. Но какой? Он был ничтожен по величине и каждый раз менялся по направлению. Может быть, положение улучшится, если предположить, что земной шар заряжают молнии? Но и тут расчеты показывали, что грозы не в состоянии поддержать магнитное поле Земли. Его источник следовало искать в недрах и только в недрах.

В начале нового, XX столетия возникла идея о самонамагничивании Земли. Именно тогда из опытов английского ученого Эрнеста Резерфорда стало известно новое строение атомов. Электроны как волчки крутились вокруг своих осей и облетали атомное ядро, подобно планетам Солнечной системы. А что, если попробовать проделать такой мысленный эксперимент: взять металлический стержень и начать его быстро вращать вокруг оси. Тогда, согласно законам механики, все волчки-электроны должны немедленно повернуться своими осями в одну сторону. И стержень окажется намагниченным.

В 1919 году американский физик Барнетт проделал описанный опыт и простым вращением намагнитил железный стержень. Казалось, все доказано. Разве это не подходящая модель для Земли? С ее-то запасами магнитных металлов внутри?

Увы, и эта модель не выдержала проверки. Зная скорость вращения планеты и распределение в ней магнитных материалов, геофизики сосчитали, что поле должно быть в десять миллиардов раз меньше имеющегося. Опять неудача!

Неожиданный выход предложил американский физик Эльзассер. А не намагничивается ли земной шар электрическими токами, которые текут в его жидком металлическом ядре? Эльзассер считал, что природа «устроила» идеальные условия для возникновения электродвижущей силы в земном ядре. Температура там, в зависимости от глубины, может быть разной. Различны могут быть и контакты между металлами. Вот вам и причины для возникновения термотоков. Ведь что это такое по сути дела? Это токи, которые возникают именно при контактах разнородных металлов, находящихся при различных температурах. В конце концов струи расплавленного металла и токи в них должны создать могучие потоки, охватывающие

земную ось, и породить мощное магнитное поле.

Но как раз на этом этапе рассуждения в стройную гипотезу вмешивались скептики. Они предлагали подтвердить выводы расчетами.

Для этого следовало в точности знать движение жидкой оболочки ядра, его состав и сопротивление... В общем, гипотеза Эльзассера носила лишь качественный характер, не поддаваясь никаким расчетам. Правда, зря она не пропала. Новый подход к решению проблемы предложил советский физик Я. И. Френкель. К тому времени почти все геофизики соглашались с тем, что внешняя оболочка ядра, так же как и само ядро, обладает отличной электропроводностью. Поэтому движение жидкости внешнего слоя и несовпадающее с ним вращение внутренней части ядра должны напоминать движение проводника в магнитном поле, как это происходит в обыкновенной динамо-машине. Я напомню принцип работы электрического генератора.

Прежде всего любой генератор состоит из двух главных частей: неподвижного — статора и подвижного — ротора. Магниты статора создают начальное магнитное поле. Когда витки провода, намотанного на ротор, пересекают силовые линии магнитного поля, в проводе появляется небольшой электрический ток. Он создает свое магнитное поле, которое усиливает поле статора. А усилившееся поле, в свою очередь, увеличивает ток ротора. С каждым оборотом, как лавина, скатывающаяся с горы, магнитное поле генератора нарастает, пока не достигнет своего заданного и заранее рассчитанного инженерами значения. С этого момента генератор включается в нормальный режим.

А не так ли работает и ядро Земли? Ведь слабое изначальное магнитное поле наша планета может себе создать хотя бы за счет вращения. А дальше это поле уже усиливается по принципу динамо-машины.

Это предположение получило название «динамотеории» и в дальнейшем разрабатывалось и уточнялось многими исследователями. Ее результаты сравнивались с результатами опытов. Сегодня, пожалуй, можно сказать, что динамотеория не единственно возможная гипотеза, но по уровню современных знаний о внутреннем строении Земли она вполне удачна.

В наши дни геомагнитные исследования приобрели невиданный размах. За последние десять — пятнадцать лет ученые накопили столько сведений, сколько не могли собрать за все прошедшее время. И нет сомнения, что ответ на вопрос: *«Почему Земля — магнит?»* теперь уже не за горами.

Глава шестая
КАК ИЗУЧАЛИ ЗЕМЛЮ СНАРУЖИ

Помните, я приводил пример: великану, для которого наша планета — яблоко, земля показалась бы гладкой, как бильярдный шар. Но это — великану. А у нас с вами рост нормальный. И для нас материки — огромные пространства суши, океаны — труднопреодолимые водные глади, заполняющие впадины на лике Земли. Для нас горы и ущелья, даже холмы и овраги — заметные составляющие рельефа планеты.

Кстати, а что означает само слово «рельеф»? Произошло оно от французского relief — выпуклость. И применительно к географии означает совокупность всех неровностей земной поверхности. Изучением рельефа занимаются разные специалисты — географы, геологи. Есть даже специальная наука о нем — *геоморфология.*

Вы можете спросить: «А зачем все это понадобилось? Что уж такого особенного в рельефе планеты нашли люди и зачем им понадобилось его так внимательно изучать?» В ответ на ваш вопрос спрошу и я. Можете вы ответить, зачем понадобилось людям путешествовать в разные страны, преодолевать по бездорожью огромные расстояния? Разве не могли бы они спокойно прожить без таких странствий?

Тот из вас, кто читал мою предыдущую книжку «Как люди открывали свою Землю», сразу ответит: «Нет, не могли!» Путешествий требовала сама жизнь и развитие общества. Они двигали вперед науку и куль-туру, расширяли кругозор народов. Именно путешественники узнали, что земля делится на материки и океаны. Сегодня материковые выступы и океанские впадины специалисты объединяют в *мегарельеф.* Греческое слово *«мегас»* означает «очень большой».

Потом те же путешественники проложили дороги по континентам. Определили, где идут высокие горные хребты и где находятся целые горные районы. Отметили низменности и пустынные равнины. Сегодня эти участки земной поверхности объединяются понятием *«макрорельеф»,* от греческого слова *«макро»* — «большой».

Поиски и добыча полезных ископаемых потребовали от людей внимательного изучения макрорельефа. А дальнейшее расселение по поверхности земли заставило исследовать уже не просто горные области, но и отдельные горы, каждую котловину и даже холм. Как иначе построишь город, проложишь дороги,

возведешь плотины?.. Все эти детали вошли в понятие среднего рельефа, или *мезорельефа.*

А разве заложишь поле или сад, не зная подробностей строения тех мест, на которые пришел? Как узнать, где какие травы растут для выпаса скота, как узнать, где охотникам какого зверя подстеречь? Тут не только холмы и сопки, тут все кочки болотные, все бугры, все степные блюдца наизусть выучишь. Но ведь и это тоже детали рельефа. Только самые мелкие. Это последняя ступень классификации — *микрорельеф.* Все это и изучает наука о рельефе — *геоморфология.*

Чтобы стать специалистом по геоморфологии, нужно очень много знать, много видеть. В нашей книжке мы поговорим лишь о наиболее наглядных вопросах и проблемах, с которыми встретились ученые, изучая строение земной поверхности. И если в моих рассказах иногда будут попадаться знакомые вам сведения, не теряйте терпения. Все они обязательно понадобятся в дальнейшем и каждое такое напоминание — неспроста.

Вот, например, спрошу я вас: сколько на Земле континентов? Простой вопрос! С закрытыми глазами вы перечислите: Евроазиатский,

Африканский, два американских — Северный и Южный, Австралийский и Антарктида. Все! Но мне-то это напоминание нужно для того, чтобы спросить дальше: а всегда ли так было? Всегда ли на поверхности земли в разных местах существовало шесть материков? И потом рассказать вам, как менялись представления людей относительно внешнего вида нашей планеты.

Или другой пример: сколько на Земле океанов? Опять вы скажете: «Подумаешь вопрос — Волга впадает в Каспийское море. — И начнете с досадой считать: — Атлантический, Тихий, Индийский и Северный Ледовитый. Ну кто этого не знает?»

А между тем такое деление принято далеко не во всех странах. Кое-где ребята учат на уроках географии еще Антарктический океан, а Атлантику делят на северную и южную части. Даже Тихий океан умудряются разделить...

А ведь по сути дела границ у перечисленных океанов нет. Кто скажет, где зеленые волны Индийского океана сливаются с синей водой Атлантики, а где они граничат с Тихим океаном? Таких точных рубежей нет, их придумали люди. А на всей земле, даже во внутренних морях плещут волны единого Мирового океана.

А как вы думаете, что раньше появилось: океан или материки? Поистине бесконечно количество проблем, затрагивающих детали мега-рельефа. Есть немало любопытных вопросов и по макро- и по мезорельефу. Возьмите, к примеру,

горы. Ну что горы — там и сям беспорядочно разбросаны по поверхности, часто вовсе не в тех местах, где было бы нужно. Так ответит неспециалист. А знаете ли вы, что геологи считают, что на земле — всего три главных горных пояса. Один — широтный, вытянутый по параллелям, и два меридиональных, идущих примерно с севера на юг. А почему это так и какие здесь закономерности?

Впрочем, то, что горы существуют на континентах, ни для кого не новость. Их и так хорошо видно. А вот что на океанском дне? Может быть, дно ровное, как стадион? Но как тогда быть с островами? Ведь они не что иное, как вершины гор, поднимающихся со дна океана.

Постепенно океанологи разделили рельеф океана на части. Сначала от берега идет мелководная материковая отмель, или *шельф.* Она является продолжением суши и при внимательном исследовании на ней часто можно обнаружить русла рек, горные хребты и ущелья — все-все, что есть на берегу. Шельф — очень важная часть океанского дна для хозяйства человека. Там добываются основные запасы рыбы, много нефти, там собираются строить первые металлодобывающие заводы. На шельфе, по мнению некоторых ученых, возникнут первые подводные города.

Материковая отмель считается до глубины примерно двести метров. После нее вглубь уходит крутой континентальный склон. По нему можно съехать почти на два километра, в царство абсолютной тьмы. Вот где начинается настоящее океаническое ложе. Оно оказалось вовсе не таким, каким его представляли себе ученые прошлых лет. За последнее время здесь сделаны столь неожиданные открытия, что они произвели настоящую революцию в науках о Земле. Но об этом речь пойдет в следующей главе.

ЧТО РОДИЛОСЬ РАНЬШЕ: СУША ИЛИ МОРЕ?

Посмотрите на физическую карту мира. Материки, как мозаика, из разноцветных участков — от темно-коричневого (высокогорные области) и до разных оттенков зеленого цвета (низменности и равнины). А океаны? Гигантские впадины со сложным рельефом, имеющие совершенно иное строение подстилающих слоев по сравнению с континентами, — разве это не чудо?

Как же все эти «детали» образовались на земле? К сожалению, единого мнения среди ученых по этому вопросу пока нет. Гипотез

много. Их можно даже классифицировать, разделить на группы. Первая объединит предположения о том, что континенты и океанические впадины, то есть весь мегарельеф планеты, образовались в самом начале развития земли, так сказать — изначально. Защитники этой точки зрения считают, что первичная тонкая базальтовая кора, напоминающая своим строением пемзу, вначале тонкой пленкой покрыла земной шар. Тогда не существовало разделения на материковые выступы и океанические впадины. Были лишь небольшие возвышения и пространства между ними, заполненные первичной водой. Эта вода понемножку разъедала пузырчатую породу. Вулканы добавляли к тому свой пепел и продукты извержения. Ветер и текучие воды сносили во впадины пыль и песок.

Все это накапливалось в виде осадков и под действием силы тяжести опускалось вниз. А там под давлением и действием высоких температур развивались довольно бурные химические процессы. Осадочные толщи изменялись, в них образовывались новые минералы, и они постепенно превращались в кристаллические сланцы.

Так зарождались ядра будущих континентов. Их площади в периоды бурной деятельности тектонических сил, проявляющихся в виде страшных землетрясений, увеличивались. По краям поднимались складки молодых гор. Горы уплотнялись. Эти периоды революционных взрывов в геологической истории земли ученые так и называют «периодами складчатости». И каждый из этих периодов имеет свое название.

С позиций этой гипотезы многие результаты современных геологических исследований находят хорошее объяснение. Многие, но не все. Есть немало вопросов, которые эта группа гипотез объяснить не в состоянии. Почему, например, континентальная кора так сильно отличается в своем строении от океанической? Или как понять причины, по которым материки образовались именно там, где они находятся в настоящее время? Пока что у этой гипотезы немало трудностей.

Ко второй группе гипотез можно отнести предположение о том, что сначала на земном шаре был единый тип материковой коры. Постепенно расплавленное вещество внутренних, подкорковых, слоев Земли поднималось по разломам на поверхность. Здесь оно застывало. Под тяжестью застывших участков кора опускалась и образовывала океанические впадины.

Значит, пальма первенства принадлежит все-таки континентам. Такой взгляд тоже позволяет удовлетворительно объяснить немало вопросов, возникающих при восстановлении истории нашей планеты. Но тоже далеко не все...

В последнее время большой популярностью среди ученых пользуется еще одна гипотеза о движущихся континентах, пережившая как бы второе, если не третье, свое рождение. О ней я расскажу позже.

ЧТО ТАКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Однажды в Ташкенте меня пригласили в гости одни очень милые люди. Мы сидели, ели плов, пили чай, как вдруг во дворе завыла собака. Хозяева переглянулись.

А когда за соседним дувалом в неурочное время заорал петух — они встали, дружно взяли приготовленные чемоданы и предложили пойти погулять. «Будет землетрясение, — авторитетно заявили оба. — На улице безопаснее». Прошло совсем немного времени после разрушительного ташкентского землетрясения, и пренебрегать мнением переживших его не имело смысла. Я оделся и вышел с ними.

Тех, кто ждет сейчас описания страшного бедствия, постигнет разочарование. Должен признаться, что я его тоже испытал. К моему скрытому сожалению, не заходила под ногами земля, не стали рушиться с грохотом дома, не выворачивались с корнем столетние деревья...

Когда, минут через сорок, мы вернулись в дом, хозяин вытащил из пиалы кусочек штукатурки и глубокомысленно заявил: «Три балла, можно было не уходить!»

Каждый день в разных районах нашей планеты случаются землетрясения. И не по одному, а по нескольку за день. Реже бывают катастрофические землетрясения, которые остаются в памяти истории. Но и то, хоть одно в год, но бывает обязательно. Ученые давно ищут надежные способы предсказаний этих ужасных бедствий. Кое-что уже сделано, но — мало. Пока мы должны признать, что животные лучше наших приборов чувствуют приближение подземных толчков.

Как же все-таки получается, что вдруг в каком-то одном месте земная кора начинает трястись?

Чтобы понять это, нам придется на какое-то время забраться в ванну и там провести небольшой эксперимент, прежде чем приступить к намыливанию мочалки. Возьмите с собой кусок заранее припасенной резины. Опустите его в воду и начните под водой растягивать. Медленно, не торопясь. Следите за поверхностью воды. Она остается совершенно спокойной. А между тем в резине накапливается потенциальная энергия.

Накапливается, накапливается, и вдруг в какой-то момент резинка разрывается. В тот же миг освободившаяся энергия передается воде и на поверхности ее вскипают волны. При этом, чем глубже вы погрузили резину, тем волны на поверхности слабее.

Землетрясение. Со старинной гравюры.

Примерно так же образуются и некоторые землетрясения. Земные слои в большинстве своем тоже ведь не находятся в неподвижности. Особенно в горных районах. Одни из них медленно опускаются, другие поднимаются. Часть — сжимается, изгибается, растягивается. Вещество земли обладает упругостью. И чем оно плотнее в глубину, тем его упругость больше. Деформации накапливают и накапливают в слоях потенциальную энергию. Потом наступает момент, когда слой, накопивший слишком много энергии, не выдерживает и лопается. Возникает катастрофическое землетрясение. По классификации сейсмологов оно называется тектоническим. В результате движения больших масс земной коры на поверхности земли вспучиваются горы, образуются глубокие разломы. Меняется тектонический рельеф планеты.

Бывают землетрясения и не столь сильные, связанные с извержениями вулканов, с обвалами в подземных пещерах и в горах. Возникают они и от неразумных взрывов на поверхности земли атомных и термоядерных бомб.

Ученые оценивают силу землетрясений по двенадцатибалльной шкале. Землетрясения до трех баллов —

пустяк. Даже не почувствуешь. При пяти — могут полопаться стекла в рамах. При семи — сыплется вовсю штукатурка, а плохо построенные дома норовят и сами развалиться. Десятибалльные толчки разрушают не только дома, но и мосты. Расползаются плотины, дамбы. С гор спускаются оползни и происходят сильные обвалы. Землетрясение в двенадцать баллов — это сильнейшее стихийное бедствие. Рушится все. Изменяются даже русла рек...

Почти сто тысяч подземных толчков происходит на земле каждый год. Из них едва ли не тысяча сопровождается разрушениями. Но не только злому делу разрушения служат землетрясения.

В начале 1889 года немецкий геодезист Ребер Пашниц изучал влияние притяжения Луны и Солнца на движение земной коры. Он установил в глубоком подвале Потсдамской обсерватории горизонтальные маятники, которые отклонялись от своего среднего положения при приливах в одну сторону, а при отливах — в другую. При этом самописец вычерчивал на бумажной ленте плавную кривую линию. И вдруг 18 апреля 1889 года на плавной кривой появились сильные колебания, которые длились примерно полтора-два часа.

Что такое? В чем причина? Никаких видимых сотрясений в окрестностях подвала не наблюдалось. В тот же день через несколько часов телеграф принес известие, что буквально за несколько минут до начала зарегистрированных колебаний в Японии произошло страшное разрушительное землетрясение. Но от островной империи до Потсдама 9000 километров?..

Отпечаток древнего ящера.

И все-таки вполне естественно было высказать гипотезу о том, что колебания маятников были вызваны упругими волнами, которые возникли в земле под влиянием землетрясения и распространились через внутренние твердые слои планеты. Дальнейшие наблюдения подтвердили предположение. Были зарегистрированы толчки еще от нескольких сильных землетрясений, происходивших в удаленных зонах Земли. Таким образом было сделано важное открытие, что Земля является

проводником упругих колебаний. Причем скорость распространения их не постоянна, а зависит от плотности слоев в глубине, по которым упругие волны пробегают.

Давайте проделаем еще один опыт. Вот на земле лежит длинный и тяжелый стальной рельс. Приложите к его торцу ладошку и попросите товарища стукнуть по противоположному концу рельса молотком. Сам-то рельс при этом, конечно, не двинется. Но вы после удара молотком ощутите ладонью легкий толчок. Это с другого конца прибежала к вам упругая, сейсмическая волна — колебание. Точно такая же, какие распространяются и в теле нашей планеты. Тряхнет где-нибудь в одном месте земную кору, сдвинутся с места частицы, передадут свое движение соседним, те — своим соседям. И побежит упругое колебание в разные стороны от очага сотрясения.

Если бы земля состояла из однородного вещества, скорость распространения сейсмических волн с глубиной бы не менялась. Но в недрах на пути волн встречаются слои разной плотности. В одних, более плотных, скорость больше, в других, менее плотных, — меньше. Встречая границы разделения плотностей, волны отражаются, часть из них возвращается к поверхности земли. Другие же преломляются и идут дальше. Казалось бы, все просто. Лови на поверхности отраженные и преломленные волны горизонтальным маятником, и вся картина сейсмической жизни планеты как на ладони.

На самом деле все, конечно, далеко не так легко. Собственные движения маятников так запутывали и усложняли записи, что сделать какие-нибудь заключения об истинном характере движения частиц земной поверхности было просто невозможно. Нужно было прежде всего сконструировать надежный прибор — сейсмограф.

Эту задачу решил русский ученый академик Борис Борисович Голицын. В конце ноября 1906 года в подвале Пулковской обсерватории он открыл временную сейсмическую станцию. Причем все его сейсмографы дали отчетливые и ясные записи зарегистрированных землетрясений.

Во всех странах мира по достоинству оценили преимущества приборов Голицына. И скоро все главнейшие сейсмические станции были оборудованы сейсмографами его системы. А сам Борис Борисович от практической работы перешел к теории. Он изучал скорости распространения различных сейсмических волн, их разделение, затухание и поглощение.

На глазах современников происходило рождение новой науки — *сейсмологии.* Труды замечательного ученого легли в основу создания обширной сети сейсмических станций Советского

Союза, которая занимает одно из ведущих мест в мировой сейсмической сети.

В 1913 году Борис Борисович Голицын был назначен директором Главной физической (позже — геофизической) обсерватории. Он пробыл на этом посту всего три года, но и за это короткое время сумел вывести свое научное учреждение в ряд первых геофизических обсерваторий мира.

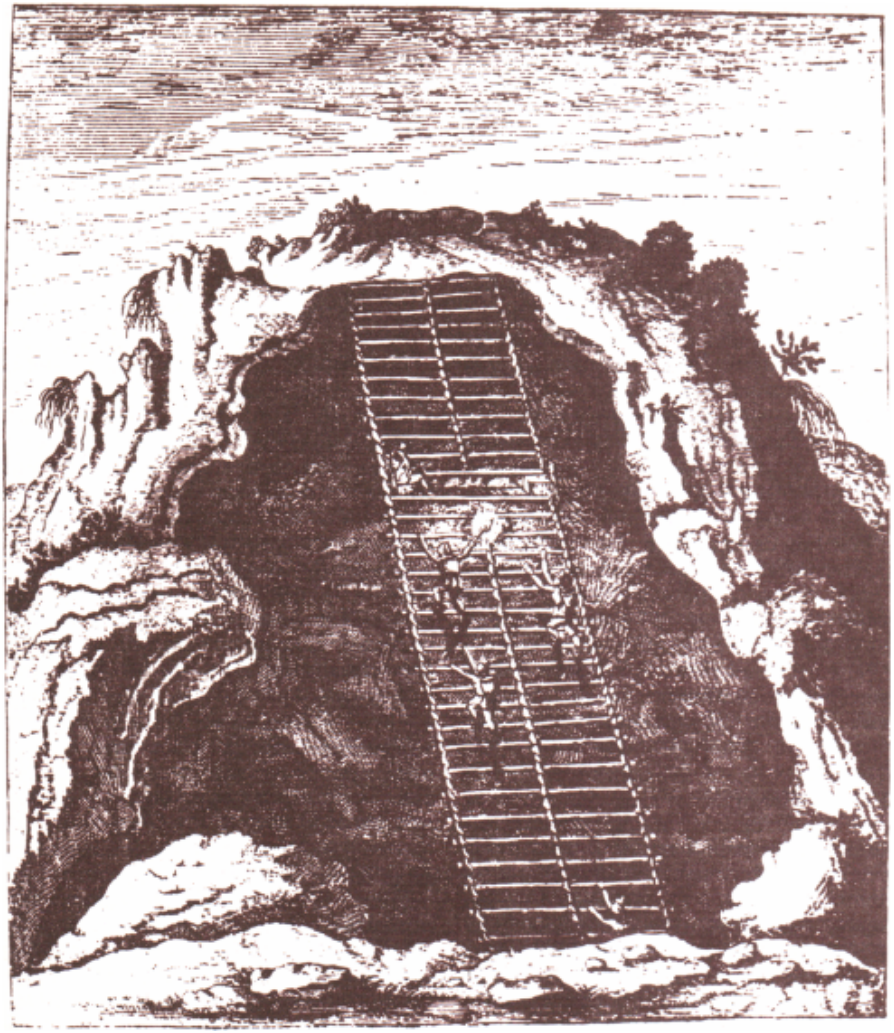
КАК РОЖДАЮТСЯ ГОРЫ

Сказать по чести, толком этого никто не знает и по сей день. Трудна загадка гор! Но разгадывать ее начали уже давно. И нужно надеяться, что со временем геологи до истины доберутся.

С самого начала обсуждения проблемы формирования земного шара именно горы смущали ученых. Потому что если предположить, что сперва Земля была огненным, расплавленным шаром, то ее поверхность после остывания должна бы остаться более или менее гладкой... Ну может быть, слегка шероховатой. А откуда же появились высокие горные хребты и глубочайшие впадины в океанах?

В XIX веке господствующей идеей стало представление о том, что время от времени по каким-то причинам раскаленная магма изнутри приступом идет на каменную оболочку и тогда в ней вспучиваются горы и поднимаются хребты. Поднимаются? Но почему тогда на поверхности так много районов, где хребты идут параллельными складками один подле другого? При вспучивании каждая горная область должна бы иметь форму купола или пузыря... Объяснить возникновение складчатых гор действием вертикальных сил, идущих из недр, не удавалось. Складки требовали горизонтальных усилий.

А теперь возьмите яблоко в руку. Пусть это будет небольшое, слегка привядшее яблочко. Сдавите его в руках. Смотрите, как сморщилась кожица, как покрылась она мелкими складочками. А представьте себе, что яблочко размером с Землю. Складочки вырастут и превратятся в высоченные горные хребты... Какие же силы могли бы так сдавить землю, чтобы она покрылась складками?



Спуск в старинный рудник. Со старинной гравюры.

Вы ведь знаете, что каждое раскаленное тело при остывании сжимается. Может быть, этот механизм годится и для объяснения складчатых гор на земном шаре? Представьте себе — расплавленная Земля остыла и покрылась коркой. Корка или кора, как каменное платье, оказалась «сшитой» на определенный размер. Но планета-то остывает дальше. А раз остывает, то и сжимается. Немудрено, что со временем каменная рубашка оказалась велика, стала мяться, идти складками.

Такой процесс предложил для объяснения формирования поверхности Земли французский ученый Эли де Бомон. Он назвал свою гипотезу контракционной от слова «контракция», что в переводе с латыни как раз и обозначало — сжатие. Один

швейцарский геолог попробовал вычислить, какими оказались бы размеры земного шара, если разгладить все складчатые горы. Получилась весьма впечатляющая величина. Радиус нашей планеты при этом увеличился бы едва ли не на шестьдесят километров!

Новая гипотеза приобрела множество сторонников. Самые известные ученые поддержали ее. Они углубляли и разрабатывали отдельные разделы, превращая предположение французского геолога в единую науку о развитии, движении и деформации земной коры. В 1860 году эту науку, ставшую важнейшим разделом комплекса наук о Земле, предложили назвать *геотектоникой.* Станем и мы дальше называть этот важный раздел так же.

Гипотеза контракции или сжатия Земли и сморщивания ее коры особенно укрепилась, когда в Альпах и Аппалачах открыли крупные «надвиги». Этим термином геологи обозначают разрывы в залегающих горных породах, когда одни из них как бы надвинуты на другие. Специалисты торжествовали, новая гипотеза объясняла все!

Правда, возникал маленький вопрос: а почему горы-складки располагались не по всей поверхности земли равномерно, как на сморщившемся, усохшем яблоке, а собирались в горные пояса? И почему эти пояса располагались только по определенным параллелям и меридианам? Вопросик пустяковый, но коварный. Потому что на него ответить контракционная гипотеза никак не могла.

ГЛУБОКИЕ КОРНИ ГОР

Примерно в середине XIX века, а точнее в 1855 году английский ученый Д. Пратт вел геодезические работы на территории «жемчужины британской короны», то есть в Индии. Он работал вблизи Гималаев. Каждый день, просыпаясь поутру, англичанин любовался величественным зрелищем грандиозного горного района и невольно задумывался: сколько же может весить этот колоссальный горный массив? Его масса должна непременно обладать заметной силой притяжения. Как бы это узнать? Стоп, но если это так, то внушительная масса должна отклонять легкий грузик на нитке от вертикали. Вертикаль — это направление силы тяжести Земли, а отклонение — направление силы притяжения Гималаев...

Пратт тут же прикинул общую массу горного массива.

Получилась действительно порядочная величина. По ней, пользуясь законом Ньютона, он вычислил ожидаемое отклонение. Потом неподалеку от склонов гор подвесил грузик на нитке и с помощью астрономических наблюдений измерил его истинное отклонение. Каково же было разочарование ученого, когда при сравнении результатов оказалось, что теория отличается от практики более чем в пять раз. Вычисленный угол оказывался больше измеренного.

Пратт никак не мог взять в толк, в чем же заключается его ошибка. Он обратился к гипотезе, выдвинутой когда-то еще Леонардо да Винчи. Великий итальянский ученый и инженер предположил, что земная кора и расплавленный подкорковый слой — мантия почти всюду находятся в равновесии. То есть блоки коры плавают на тяжелом расплаве, как льдины на воде. А так как при этом часть «льдин»-блоков погружена в расплав, то в целом блоки оказываются легче, чем принимаются при расчете. Ведь кто не знает, что у айсберга лишь меньшая часть выступает над водой, а большая — погружена...

Соотечественник Пратта Дж. Эри добавил к его рассуждениям свои соображения. «Плотность горных пород примерно одинакова, — говорил он. — Но более высокие и мощные горы стоят, глубже погрузившись в мантию. Менее высокие горы сидят мельче». Получалось, что горы как бы имеют корни. Причем корневая часть оказывалась сложенной из менее плотных пород, по сравнению с плотностью мантии.

Хорошая получилась гипотеза. Долгое время пользовались ею ученые при измерениях силы тяжести в разных районах Земли. До той поры, пока не полетели над планетой искусственные спутники Земли — самые верные указатели и регистраторы поля притяжения. Но о них еще речь впереди.

В конце прошлого века американский геолог Даттон высказал мысль о том, что наиболее высокие и мощные блоки земной коры размываются дождями и текущими водами сильнее низких, а следовательно, они должны становиться легче и постепенно «всплывать». Тем временем на более легкие и низкие блоки наносятся осадки с вершин более высоких соседей, и они тяжелеют. А раз тяжелеют, то и погружаются. Не является ли этот процесс одной из возможных причин землетрясений в горах и новых горообразований?..

Очень много интересных гипотез выдвинули ученые конца прошлого века. Но едва ли не самой плодотворной из них было создание учения о геосинклиналях и платформах.

ПРИБАВЛЕНИЕ

Геосинклиналями специалисты называют довольно обширные вытянутые в длину участки земной коры, где особенно часто наблюдаются землетрясения и извержения вулканов. Рельеф в этих местах обычно такой, что, как говорится, «сам черт ногу сломит» — складка на складке.

Еще в 1859 году американский геолог Дж. Холл заметил, что в горно-складчатых областях осадки гораздо толще, чем в тех местах, где породы залегают спокойными горизонтальными пластами. Почему так? Может быть, под тяжестью накопившихся здесь осадков, смытых с соседних гор, кора земли прогнулась?..

Выдвинутое предположение понравилось. И несколько лет спустя коллега Холла Джеймс Дана развил взгляды своего предшественника. Он назвал удлиненные прогибы коры, вызванные боковым сжатием (тогда уже господствовала гипотеза контракции), геосинклиналями. Сложный термин произошел из объединения трех греческих слов: «ге» — земля, «син» — вместе и «клино» — наклонять.

Джеймс Дана представлял себе этот процесс следующим образом: сначала сжатая область прогибается. Потом слои сминаются и вспучиваются в виде горных складок.

Далеко не все геологи сразу согласились с мнением американского специалиста. Предлагались и другие картины развития геосинклиналий. Спор о них до наших дней не утихает уже более ста лет. Одни считают, что разогретое подкорковое вещество разделяется на тяжелые и легкие фракции. Тяжелые «тонут», выдавливая кверху более легкие. Они поднимаются, «всплывают» и вспарывают, разрывают литосферу. Тогда обломки тяжелых плит соскальзывают и сминают осадочные слои...

Плавильная печь в XVII веке. Со старинной гравюры.

Другие предлагают иной механизм. Они считают, что в раскаленном подкорковом веществе Земли существуют медленные течения. Они затягивают, сминают осадочные породы. А оказавшись в глубине, эти породы переплавляются под действием давлений и высоких температур.

Есть и другие концепции. Согласно одной из них, например, геосинклинальные складки возникают по краям континентальных платформ, плавающих, как льдины в океане, по пластичному подкорковому веществу. К сожалению, пока ни одно из существующих на этот счет предложений полностью не удовлетворяет наблюдаемым в природе закономерностям. И потому спор, по-видимому, далек от своего завершения.

ПРИБАВЛЕНИЕ

Выдающийся русский и советский геолог, общественный деятель Александр Петрович Карпинский родился еще в прошлом веке, в 1846 году, в поселке Турьинские рудники в Верхотурском уезде на Урале. Ныне это город, носящий его имя. Отец его был горным инженером, и потому неудивительно, что молодой человек по окончании гимназии поступил в прославленный Петербургский горный институт.

Александр считался отличным студентом — серьезным, вдумчивым. Он хорошо закончил учебу и, защитив диссертацию, остался в институте преподавателем. В нем кипела энергия.

Непонятно даже, откуда он ее черпал, совмещая многочисленные обязанности. И со всеми поручениями блестяще справлялся.

В тридцать один год Александр Петрович стал профессором геологии. А через девять лет его избрали членом императорской Академии наук.

Он исследует строение и полезные ископаемые Урала и составляет сводные геологические карты европейской части России. Начиная с петрографии — науки о составе и происхождении горных пород, Карпинский касается всех буквально разделов науки о Земле и везде оставляет заметный след. Он исследует ископаемые организмы. Пишет выдающиеся работы по тектонике и о геологическом прошлом земли — по палеогеографии.

Учение о геосинклиналях, несмотря на прогрессивные идеи в его основе, испытывало на первом этапе множество трудностей. И в это время Александр Петрович вплотную занялся изучением «спокойных областей» земной поверхности. Впоследствии они-то и получили название «платформ». В этих работах Карпинский обобщил огромный материал по геологии России, накопленный поколениями русских геологов. Он показал, как менялись очертания древних морей, заливавших эти области в разное время. И вывел два рода «волнообразно-колебательных движений» земной коры. Один, более грандиозный, образует океанические впадины и материковые поднятия. Другой, не столь величественный по масштабам, обеспечивает появление впадин и выпуклостей в пределах самой платформы. Так, например, местные колебания Русской платформы, по мнению Карпинского, происходили параллельно Уральскому хребту в меридиональном направлении и параллельно Кавказу — по параллелям.

После работ Александра Петровича Карпинского стало ясно, что платформы — это вовсе не неподвижные и неизменяемые участки земной поверхности. Они развиваются и изменяются со временем. К краям платформ время от времени присоединяются горные области, которые, застывая, увеличивают их общую площадь. Таким образом, развитие платформ оказывалось тесным образом связанным с образованием геосинклиналий и подчеркивало развитие всей Земли.

Свои выводы Александр Петрович основывал на принципах контракционной гипотезы, считая ее «счастливейшим научным завоеванием». И хотя результаты дальнейших исследований все яснее доказывали несостоятельность этой гипотезы, теория геосинклиналий и платформ продолжала развиваться независимо, становясь одним из важнейших положений геотектоники.

РАСШИРЕНИЕ НА СМЕНУ СЖАТИЮ

Пожалуй, именно новые представления об изначально холодной Земле похоронили гипотезу контракции. Появились новые идеи. Одна из них заключалась в том, что наша планета образовалась из более плотного вещества, по сравнению с существующими горными породами. И образовавшийся земной шар был сначала чуть не вдвое меньше теперешнего. На таком плотном космическом теле не было никаких особых впадин и выпуклостей — сплошная, довольно ровная оболочка. Но постепенно, разогреваясь, первоначальный планетный ком стал «распухать». Поверхность его растрескивалась. Стали образовываться отдельные глыбы континентов, разделенные глубокими впадинами океанов.

Однако у новой гипотезы тоже было немало уязвимых мест. Причем одним из них опять-таки были складчатые горы. Ведь складки могли появиться только при сжатии.

Карта Земли. Со старинной гравюры.

Чтобы справиться с таким противоречием, специалисты

пришли к мнению, что периоды расширения могли сменяться периодами сжатия. Появилась еще одна «пульсационная гипотеза». Ее и сегодня поддерживает ряд ученых, считая, что именно в попеременном сокращении и расширении земного радиуса могут заключаться причины перемещения материков. Ведь эпохи складчатости в истории нашей планеты тоже следовали друг за другом.

Не очень ясны причины таких пульсаций. Советский ученый академик М. А. Усов связывает их с космическими факторами — с притяжением Луны и Солнца, с влиянием других планет. С периодами, которые переживает, например, Земля сейчас, когда пишутся эти строчки. Вы, наверное, слыхали о «Большом параде планет 1982 года» — редком явлении, когда все планеты выстраиваются в линию. Правда, сколько я ни вслушиваюсь в сообщения радио и сколько ни вглядываюсь в кадры передачи «Время» по телевизору, не сказал бы, чтобы текущий год значительно отличался в геологическом отношении от лет предыдущих.

Другой советский ученый академик В. А. Обручев считал одной из возможных причин расширения Земли переход магмы из твердого состояния в жидкое. При этом много тепла уходит из недр. Земля охлаждается, а следовательно, и сильно сжимается.

Гипотеза пульсации имеет довольно много сторонников среди современных ученых. Они измерили горные давления в различных точках нашей планеты и сделали вывод о том, что в данный момент Земля переживает период сжатия. Если это так, то количество землетрясений должно расти...

Я привел несколько примеров для того, чтобы вы поняли — вопросы развития нашей планеты очень сложные. Люди уже давно стараются проникнуть в тайну геологической истории Земли, но и по сей день единого мнения по всем вопросам у ученых нет.

КРИТИЧЕСКИЕ ЗОНЫ ПЛАНЕТЫ

Рассказывая о контракционистах, я говорил, что некоторые из них стремились втиснуть съежившуюся, остывающую Землю в форму какого-нибудь кристалла. Вспомним, почему? Ученые видели, что различные зоны земного шара, его горные системы, низменности приурочены к определенным поясам. А почему не по всей поверхности равномерно?

Вот, например, Александр Петрович Карпинский отметил горные пояса, идущие в меридиональном направлении. А в то же

время Александр Иванович Воейков — выдающийся географ и климатолог, а также русский геодезист и географ Алексей Андреевич Тилло привели очень убедительные доводы в пользу широтного расположения горных систем.

Почему же все-таки особые зоны возникают не повсеместно, а только в каких-то критических областях?

С начала нашего века математики и геофизики все больше внимания уделяют вращению Земли и его влиянию на строение оболочки планеты. Ученые строят модели и рассчитывают их, выясняя, как должны распределяться напряжения в сферическом слое такой модели (в земной коре) в условиях ее сжатия...

Астрономы давно заметили, что ход вращения Земли постепенно замедляется. Нашу планету тормозит в основном приливное трение в ее коре, возникающее из-за притяжения Солнца и Луны. При этом постепенно уменьшаются силы полярного сжатия планеты. А значит, в высоких широтах литосфера и гидросфера будут понемногу подниматься, а в низких широтах у экватора — опускаться. При подобном процессе пограничными полосами, испытывающими особенно сильные напряжения, по мнению ученых, являются семидесятая параллель, шестьдесят вторая и тридцать пятая, а также экватор. Именно в этих поясах располагаются зоны тектонических нарушений. На суше — это горные районы, глубокие пропасти и вулканы. На море — «ревущие сороковые» и другие районы бесчисленных опасных приключений, не раз и не два заканчивавшихся трагически.

А посмотрите на длиннющий хребет Кордильер Северной и Южной Америки, на Аппалачи, на Уральский хребет...

Найдите на карте Западно-Сибирскую равнину, которая переходит в низменность Тургайского прогиба и в Туранскую низменность.

Взгляните, как идет система рифтовых прогибов, пересекающих с севера на юг восточную часть Африки...

Все они ориентированы по меридианам или близко к ним. Советский ученый Г. Н. Каттерфельд считает критическими зонами меридионального направления пояса, расположенные между 105 — 75°, 60 — 120° и 150 — 30°.

Эти критические зоны очень важно знать исследователям Земли. Они имеют очень большое не только теоретическое, но и практическое значение. Потому что именно в них наблюдается усиленная магматическая активность подкоркового вещества. И вместе с магмой по трещинам и разломам в верхние зоны коры поднимаются рудные элементы, которые создают месторождения различных металлов. Например, уже сегодня геологам хорошо

известен Тихоокеанский рудный пояс с крупными месторождениями олова, серебра и других металлов. Этот пояс огромным кольцом охватывает величайший океан земли. Известен и Средиземноморский рудный пояс, хранящий в себе медь и свинцово-цинковые руды. От Атлантического побережья Южной Европы и Северной Африки тянется он через Кавказ, Тянь-Шань до самых Гималаев...

Но что же является источником колоссальной энергии, за счет которой осуществляются грандиозные тектонические процессы в земной коре? По этому поводу и в наше время не затихают горячие дискуссии. Одни считают тектонику свойством вообще присущим саморазвитию любой планеты. Источником ее сил они видят внутреннее тепло Земли. Другие отдают предпочтение космическим факторам: взаимодействию Земли с Солнцем, с Луной, изменению солнечной активности, даже положению Солнечной системы относительно центра Галактики...

Единого взгляда и единого мнения нет! Может быть, пройдет несколько лет и появится новая гипотеза, объединяющая причины всепланетного развития на основании новых факторов, добытых уже не только на поверхности Земли, но и на других планетах. Может быть...

«БОМБА» ПРОФЕССОРА ВЕГЕНЕРА

Вы никогда не задумывались, взглянув на глобус или географическую карту мира, почему восточный берег Южной Америки и западное побережье Африки так удивительно схожи?.. Присмотритесь-ка повнимательнее. А то еще лучше — возьмите ножницы и вырежьте из контурной карты все материки. А потом попробуйте сдвинуть их вместе. Картина получается поразительная. Полное впечатление, что когда-то эти отдельные куски суши составляли единую огромную нашлепку на земном шаре, один гигантский праматерик.

Между прочим, первым это сходство отметил еще в 1620 году уже известный нам Бэкон, как только успели выйти более или менее правдоподобные карты с Новым и Старым Светом. А сорок лет спустя французский аббат Ф. Пласе утверждал, что «до всемирного потопа» обе части света были крепко-накрепко соединены друг с другом. Правда, о причине их разъединения почтенный патер не распространялся. Но именно с этого момента, при желании, можно начинать историю развития гипотезы о движении материков, или гипотезы «мобилизма», как

ее называют в науке.

По-настоящему мобилизм связан с именем Альфреда Вегенера, который возродил забытые предположения Бэкона и Пласе, поставив их на «научные ноги». В общем-то мысль о движении материков возникла у Вегенера случайно. Он рассматривал карту мира и так же, как и мы с вами, поразился сходству берегов континентов.

Кем был профессор Вегенер? Он окончил университет по специальности астронома. Но это была, по его выражению, «слишком сидячая работа» для его темперамента. Научившись управлять аэростатом, он вместе с братом занялся исследованиями атмосферы и увлекся метеорологией. Через несколько лет он отправился в Гренландию, чтобы вести метеорологические наблюдения в условиях ее сурового климата.

Когда основоположник климатологии член-корреспондент Петербургской Академии наук Александр Иванович Воейков прочитал книгу молодого Вегенера «Термодинамика атмосферы», он воскликнул: «Взошла новая звезда в метеорологии!»

И вдруг — Вегенер и строение и эволюция Земли?

Как и другие его современники, Вегенер представлял себе землю, произошедшей из огромной капли расплавленного вещества. Она постепенно остывала, покрывалась коркой, которая покоилась на тяжелой и жидкой базальтовой массе.

Еще направляясь в Гренландию, ученый не раз обращал внимание на могучие льдины, величественно плывущие по стылой воде. Может быть, этот образ и навеял ему представления о расплывающихся материках. Вот только какие силы могли их двигать? Но вы ведь не забыли, что по образованию Вегенер был астрономом. И вот в его воображении возникает четкая картина, как увлекается подкорковый слой вращением Земли, как Луна возбуждает в мантии гигантские приливные волны, взламывающие непрочную оболочку, и как захваченные приливными течениями куски коры надвигаются и громоздятся друг на друга, образуя единый праматерик, окрещенный им Пангеей.

Много миллионов лет просуществовала Пангея.

А тем временем под воздействием тех же внешних сил в ее глубинах все накапливались и накапливались напряжения. И в один прекрасный момент не выдержал праматерик. Побежали по нему трещины, и стал он распадаться на части. Откололись Америки от Африки и Европы и поплыли на запад. Между ними раскрылся Атлантический океан. Оторвалась от Северной Америки Гренландия, а от Африки Индостан. Раскололись Антарктида с Австралией...

Совмещение границ приатлантических континентов, по расчетам электронной машины в 1965 году.

Однажды оказавшись почти случайно на собрании немецкого Геологического общества, Вегенер не задумываясь изложил свою гипотезу собравшимся. Что тут началось!.. Почтенные господа, только что мирно дремавшие на стульях, не просто проснулись. Они пришли в ярость. Они кричали, что взгляды Вегенера ошибочны, а идеи нелепы и даже смешны. А сам он безграмотен и... Впрочем, оставим подробности. Вспомним, что в то время в геологическом мире безраздельно господствовала контракционная гипотеза. Какое же горизонтальное движение материков возможно при общем сжатии планеты? Нет, земная кора может только подниматься и опускаться.

Конечно же, вернувшись домой, многие из присутствовавших тут же бросились к глобусам и картам и стали вырезать ножницами материки и прикладывать один к другому. Противники Вегенера злорадствовали: в большинстве случаев берега лишь в принципе, очень неточно совпадали. И это являлось существенным козырем против новой гипотезы.

Стоит отметить, что такое приблизительное совпадение долгие годы было сильным аргументом противников *мобилизма* — гипотезы движения материков. Уже в наше время, когда реконструкцию Пангеи решили провести не по береговой линии

континентов, а по границе материкового склона, включив в материки и шельфы, картина получилась совсем иной. В 1965 году ученые воспользовались электронной вычислительной машиной и подобрали такое положение материков, при котором зоны несовпадения оказались пренебрежимо малыми. Разве это не доказательство? Но вернемся к Вегенеру.

Резкая критика не обескуражила ученого. Он лишь сделал вывод, что для доказательства новой идеи ему нужно накопить много фактов, очень много.

В то время ученый работал в Марбургском университете. Читал лекции студентам, обрабатывал материалы своей поездки в Гренландию и думал. Все его мысли захватила новая идея. Он искал силы, способные сдвинуть материки с места, растащить их, искал пути движения континентов.

В конечном счете Альфреду Вегенеру так и не удалось найти достаточно доказательств для подкрепления своей гипотезы. Сил притяжения Луны и Солнца было явно недостаточно, чтобы сдвинуть с места глыбы континентов. Да и представление о сплошном расплавленном подкорковом слое оказалось несостоятельным. Старая школа победила.

Мнение о том, что материки могут двигаться, было если не забыто, то надолго (в понимании нашего времени — на самом же деле совсем не надолго) сошло со сцены. И лишь в пятидесятых годах XX столетия поруганная гипотеза мощно возродилась, пополнилась новыми фактами и заняла ведущую роль в современной науке о Земле.

НОВЫЕ ОТКРЫТИЯ НА «СТАРОЙ» ЗЕМЛЕ

Чем больше подробностей узнают люди о своей планете, тем сложнее и загадочнее она им кажется. Впрочем, так ли это удивительно? Ведь только человеку, ничем не интересующемуся, все кажется ясным и понятным. Его ничем не удивишь. Способность интересоваться новым, восхищаться красивым, удивляться невиданному — талант, которым обладают немногие. Но его можно развить в себе. Как? Прежде всего, услышав или прочитав что-нибудь новое, нужно обязательно стремиться узнать чуть-чуть больше. Хоть самую малость. Когда я начинал писать эту книжку, мне очень хотелось построить ее именно по такому принципу. Сначала напомнить о том, что вы знаете, а потом рассказать о новом. И при этом рассказать так, чтобы кому-нибудь обязательно захотелось узнать еще чуть-чуть...

Помните, на уроках географии пятого класса учитель рассказывал вам о составе земной коры, об осадочных, изверженных и метаморфических породах? Пожалуйста, вспомните, это очень важно. И еще — что такое осадочные породы? Откуда они берутся и сколько их должно быть на поверхности Земли?

Осадочные — значит выпадающие в осадок. К ним прежде всего следует отнести все то, что смывают с континентов реки, дожди и наводнения. Все то, что сдувают ветры, ураганы и уносят смерчи. И наконец — вулканический пепел. Не думайте, что его мало. По подсчетам вулканологов каждый год на поверхность Земли выпадает не меньше двух-трех миллиардов тонн продуктов извержения. А в прошлые геологические эпохи его могло быть и больше. Да, мы чуть не забыли еще и вклад живого мира. Останки разного рода растений, рыб и животных...

Ученые тщательно все это подсчитали и пришли к выводу, что на дне океана, с учетом существующей плотности осадочных пород, за тысячу лет нарастает примерно три сантиметра осадков.

Вы разочарованы! Всего-то три крошечных сантиметрика за тысячу лет?! А давайте немного посчитаем. Сколько лет нашей Земле? Это известно — около четырех с половиной миллиардов. Три сантиметра за тысячу лет — это три сотых доли миллиметра в год. Вообще ничто. Но помножим это «ничто» на четыре с половиной миллиардолетия. Получается... сто тридцать пять километров! Представляете себе слой такой толщины?

Не может быть! Ведь по самым строгим расчетам, подкрепленным результатами сейсмических исследований, вся земная кора, состоящая не только из осадков, но и из изверженных и метаморфических пород, не превышает в среднем по толщине и тридцати трех километров. А на осадки вообще пустяк приходится: на континентах — каких-нибудь три километра, а на океаническом дне и вовсе меньше километра осадков. Куда же девалось все остальное?

Открытие, право же, неожиданное и не очень приятное. Значит, опять где-то в наших расчетах ошибка. Что-то мы преувеличили, что-то преуменьшили... Кроме того, раз осадков в действительности так мало — должен существовать какой-то процесс, который превращает осадочные породы в изверженные и метаморфические, а последние вообще как-то убирает из коры. Может быть, накапливаясь на поверхности, осадки опускаются. Под давлением и под действием температуры претерпевают превращения. Они «тонут» и со временем растворяются в вязком и загадочном веществе мантии?.. Еще одна загадка! Да не одна, мы

как-то легко прошли мимо того, что на континентах осадочный слой оказывается куда толще, чем на океанском дне. Как это может быть?

Надо сказать, что океан за последнее время преподнес ученым столько неожиданностей, что разбираться с ними можно будет еще долгие годы. Вот пример: в конце пятидесятых годов, пробурив дно океана в Атлантике, между западным побережьем Африки и южной Америкой, исследователи обнаружили, что коренные породы здесь куда моложе тех же пород на континентах. Но разве может ложе океана, его чаша быть моложе самого океана? Чепуха какая-то, правда? Но оказалось — вовсе не чепуха...

Начиная с середины нашего столетия разные специалисты стали усиленно интересоваться строением океанического дна. И вот в местах, где чаще всего случались землетрясения (или, вернее, «днотрясения»), где то и дело просыпались подводные вулканы, океанологи обнаружили узкие дугообразные впадины. Они оказались самыми глубокими участками на всей планете. Советское экспедиционное судно «Витязь» в 1957 году промеряло одну из таких впадин в Марианском желобе, расположенную у острова Гуам. Получилось 11 022 метра — самая большая глубина на всем земном шаре.

Что же представляют собой эти глубоководные желобы? В общем — это трещины или ущелья в океаническом дне. Ширина их порой достигает ста километров. А в длину они тянутся иной раз на тысячи километров. Но как же могли образоваться на поверхности планеты такие страшные шрамы? Впрочем, у нас еще будет возможность поговорить о существующих попытках объяснения. А пока — наша задача: новые открытия на «старой, доброй» Земле.

Пожалуй, одним из величайших открытий в науке о Земле за все времена можно считать срединноокеанические хребты. Начало их изучению было положено еще в конце прошлого века. Экспедиционный парусник «Челленджер», пыхтя небольшой паровой машиной, измерял глубину океана. При этом он пользовался еще обычным лотом, то есть грузиком на веревке. Вот тогда-то океанологи и обнаружили, что посредине Атлантического океана на дне идет какой-то странный горный хребет. Они назвали его Срединно-Атлантическим. Потом этот хребет исследовали многие экспедиции. И в первой четверти нашего столетия нанесли его на карты. Оказалось, что он тянется ни много ни мало как на двадцать восемь тысяч километров, занимая солидное пространство между обеими Америками и западными берегами Европы и Африки. Эхолоты и другие

приборы позволили уточнить его вершины, пики, гигантские сбросы. Они показали ущелья, рифы с окружающими их вулканами, горячими гейзерами и бурными придонными течениями. Все это таилось в непроницаемой черноте километровых глубин на океанском дне.

Постепенно срединно-океанические хребты были открыты и во всех других океанах. И к концу пятидесятых годов вырисовалась единая планетарная система этих потрясающих геологических образований, скрытых до тех пор от человеческого глаза.

И вот пример того, как научное открытие, можно сказать, сенсация, в короткое время становится обычной истиной. Как известно, многие люди любят что-нибудь собирать. Одни — марки, другие — книги, третьи еще что-нибудь. Мне нравятся географические карты. Не то чтобы я их собирал и коллекционировал. Это занятие сложное. Мне они интересны. И потому когда я вижу незнакомую карту, то обязательно стараюсь добыть ее копию, пусть хоть фотографию. Недавно пошел я в книжный магазин у нас в Ленинграде на Литейном проспекте и увидел там новенькие школьные атласы для четвертого, пятого, шестого классов. Развернул я их и залюбовался. В атласе для четвертого класса, то есть для ребят, которые еще и географию-то не начали изучать, на последней странице физическая карта полушарий. Да какая? Со всеми океаническими хребтами, с глубоководными желобами и впадинами. В атласе для пятого класса — физическая карта океанов, на которой написаны названия многих подводных хребтов, поднятий, котловин и желобов... В атласе для шестого класса — прекрасные «комплексные» карты материков. Они такие рельефные, такие наглядные, что раз взглянул — и навсегда отпечатался их рисунок в памяти. Не удержался я, купил все атласы, какие только были в магазине. Пришел домой, родные спрашивают: «Зачем?» А я и не знаю, что ответить. Красотой соблазнился. Даже жалко стало, что давно окончил школу и не придется мне больше никогда учиться по таким прекрасным пособиям.

Между прочим, на спинке атласа для четвертого класса прочел я такие слова: «Космические снимки для атласа предоставлены Московским институтом инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии». Вы представляете, для четвероклассников — космические снимки!.. Вот вам новое, которое становится достоянием школьников младших классов.

КАК МЕНЯЕТСЯ «ВЫРАЖЕНИЕ ЛИЦА» НАШЕЙ ПЛАНЕТЫ

В конце сороковых годов нашего века выдающийся советский геолог академик и лауреат Ленинской премии Александр Николаевич Заварицкий высказал предположение, что в некоторых подвижных поясах, отделяющих одну платформу от другой, океаническая кора может пододвигаться под континенты. Неимоверно медленно вдоль океанических желобов участки коры вместе с мантией изгибаются, деформируются и погружаются вглубь, будто подныривают под континентальную плиту. При этом в районе желобов и примыкающих к ним островных дуг пробуждаются вулканы, происходят землетрясения, и вообще районы эти ведут себя очень беспокойно в тектоническом смысле.

Единый праматерик Пангея 200 000 000 лет назад.

Мало того, континентальная плита, под которую «подныривает» океаническая словно соскабливает с нее верхний осадочный слой, громоздя уступы на уступы складчатых гор.

Некоторое время спустя американский сейсмолог Г. Беньоф выступил с заявлением, что очаги многих крупных землетрясений находятся в узких подвижных зонах, идущих вдоль глубоководных желобов. Эти зоны сейчас называют «зонами Заварицкого — Беньофа».

А потом в ответ на парадоксальное открытие того, что дно океана моложе самого океана, возникла идея о раздвижении морского дна. Вот как это случилось...

Американский исследователь Г. Хесс в 1960—1962 годах предположил, что пластическое, подкоровое вещество — мантия Земли все время находится в движении. Как кипящий в кастрюле суп, она движется снизу вверх до самой поверхности, а потом опять вниз. На поверхности образуются как бы отдельные замкнутые ячейки «банановидной формы». В районах срединно-океанических хребтов вещество из недр поднимается, а в зонах, окружающих, например, Тихий океан, снова опускается, будто ныряет в глубины Земли. Только в отличие от «супа в кастрюле» происходит все это страшно медленно.

Распад Пангеи на континенты 135 000 000 лет назад.

От срединно-океанических хребтов морское дно неуклонно ползет к континентам и там опускается в глубину. Таким образом, эти медленные течения все время как бы обновляют дно океана. Потому-то на нем и осадков меньше, чем на материках. Но это еще не все: расползающееся дно все время «растаскивает» и материки, везет их на себе в разные стороны.

Коллега Хесса Р. Диц назвал этот процесс раздвижением океанического дна. Восходящие потоки вещества могут возникать и под континентами. В этих местах образуются рифты — длинные, на тысячи километров, щелевидные растяжения земной коры, которые стремятся расколоть континент на отдельные

глыбы. Такие рифтовые зоны хорошо видны на картах Африканского континента, особенно на комплексной карте Африки из атласа для шестого класса, о котором я уже говорил.

Новые идеи, подтвержденные исследованиями, привели не просто к обновлению некоторых классических представлений в геологии. Как говорят выдающиеся советские ученые — член-корреспондент АН СССР Андрей Сергеевич Монин и доктор физико-математических наук

Олег Георгиевич Сорохтин, они «произвели подлинную революцию в науках о Земле». Положили начало теории, которая с единых позиций объясняет основные закономерности развития всей Земли в целом. Эта новая гипотеза получила название *«тектоники плит»,* или *«новой глобальной тектоники».* И, по мнению тех же ученых, «по своему значению для геологии новую теорию можно без всяких преувеличений сопоставить с квантовой механикой в атомной физике, молекулярной генетикой в биологии и кибернетикой в технике».

«Лик Земли» 25 000 000 *лет назад.*

Сегодня развитием новой гипотезы заняты ученые в разных странах. Взгляды их находят подтверждение со стороны многих отраслей науки, хотя встречаются на пути и немалые трудности. Но как же представляют себе сторонники «новой глобальной тектоники» изменение лица нашей планеты?

Схема таких изменений приведена в работах Р. Дица и Дж. Холдена. Еще 200 миллионов лет тому назад, по их мнению, вся суша Земли была собрана в единый суперконтинент Пангею, берега которого омывались волнами единого океана Панталасса. Несколько морей, в виде протяженных заливов, вторгались в берега Пангеи.

Эпохи бурной геологической деятельности накапливали и накапливали в недрах напряжения до тех пор, пока суперконтинент не «затрещал по швам». Задымили, выбрасывая тучи пепла, многочисленные вулканы, расположенные по критическим линиям. Стала лопаться кора, уступая энергии, накопившейся в скрытых разломах. По трещинам из глубин к поверхности стала подниматься базальтовая лава. Начался великий раскол Пангеи и медленный дрейф литосферных плит. Поплыли куски разорвавшегося единого континента в разные стороны.

Современное положение континентов.

Совсем недавно в одних и тех же геологических слоях Америки, Африки, Индии и Австралии, а потом и в Антарктиде палеонтологи откопали один и тот же вид древнего ящера — листрозауруса. Это было небольшое животное, размером с собаку. Массивное тело его крепко стояло на коротких мощных ногах. Зубы вдавливались внутрь, но два клыка по обе стороны морды торчали наружу. Жили листрозаурусы вблизи рек и озер в тропических и субтропических областях...

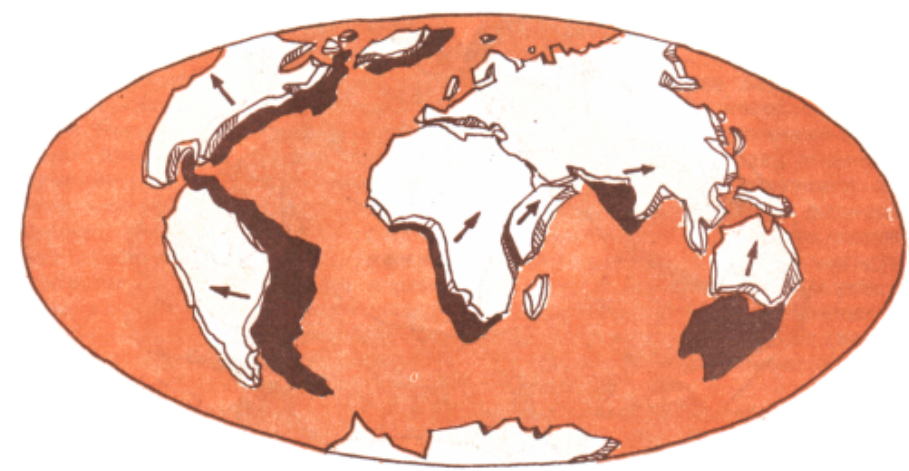
Вам ни о чем не говорит такая находка? А не является ли это одним из подтверждений того, что когда-то все материки были слеплены вместе? Именно тогда, можно предположить, и жили в одном месте эти симпатичные пресмыкающиеся...

Через двадцать миллионов лет после начала раскалывания Пангея оказалась разделенной широтным рифтом на две части: северную и южную. Причем южная часть также стала распадаться по рифту на два блока: Африкано-Южноамериканский и Австрало-Антарктический. А между ними стал «раскрываться» Индийский океан.

Позднее, уже в юрском периоде, Африка начала поворачиваться против часовой стрелки, закрывая на востоке ранее образовавшееся море. А в северной части Пангеи зародился рифт, по которому началось «раскрытие» Северной Атлантики.

Части океанической плиты южнее экватора стали пододвигаться под южный край Евразийского континента, а оторвавшаяся глыба Индостана отправилась в далекое путешествие на север.

Формирование Южной Атлантики закончилось к концу мела. И лишь после этого, к началу третичного периода новой кайнозойской эры, поверхность земного шара стала более или менее походить на то, к чему мы привыкли. Правда, еще не «доплыла» до Азиатского материка Индия. Не раскрылась крайняя зона Северной Атлантики. Австралия еще соединена с Антарктидой. Но это уже пустяки по сравнению с той работой и теми изменениями, которые были проделаны нашей трудолюбивой планетой.



Так *сдвинутся материки через 50 000 000 лет.*

Интересно, что если довериться предлагаемой теории, то можно попытаться прогнозировать и дальнейшее развитие дрейфа континентов на будущее. Пусть не на столь далекое, всего, скажем, лет этак миллионов на пятьдесят вперед... За это время, с

позиций сторонников новой глобальной тектоники, самое большое перемещение испытают Австралия и Южная Америка. Африка лишь немного повернется, еще уменьшив расселину Средиземного моря, и, возможно, все-таки расколется по рифту, который проходит через Красное море и восточную часть континента. Отойдет еще немного к западу Северная Америка. А Индия еще теснее прижмется к Азии, увеличив тем самым и без того достаточно мощную горную часть Центральной Азии.

Стоп! Пришло время ответить на главный вопрос: а насколько можно доверять такому варианту истории Земли, изложенному с позиций новой гипотезы? Что же, нужно сознаться сразу: еще не все ученые безоговорочно признали ее справедливость. Более того, кое-кто, даже соглашаясь с выводами и признавая их прогрессивное значение, задает такие вопросы, на которые трудно дать ответ.

Однако сторонников новой гипотезы эти возражения не пугают. Раз существуют неясности, значит, не все еще выяснено. Не все продумано до конца, не все доказано. Значит, нужно работать, впереди — непочатый край дел. И это прекрасно!

Пожалуй, я не ошибусь, если скажу, что создание модели внутреннего строения Земли — одно из самых больших достижений науки нашего, XX столетия. Конечно, создавались модели и раньше. Но они основывались на догадках и на сравнительно небольшом количестве достоверных фактов. Больше было предположений. Нельзя сказать, чтобы сегодня все в строении Земли было бы ученым ясно и понятно. Недра таят огромный запас загадок. Но в принципе, я думаю, можно сказать, что современная модель уже вряд ли когда-нибудь существенно изменится так, как менялись модели прошлых, например, веков.

Глава седьмая
КАК ИЗУЧАЮТ ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ

Но как же удалось построить ее ученым? Может быть, люди прорыли шахту до центра земли и исследовали каждый метр глубины? Такую работу не то что проделать — представить себе невозможно. Нам бы еще многие годы пришлось гадать о строении недр, если бы к середине прошлого столетия не наметился новый подход к проблеме.

Ученые стали рассматривать Землю как физическое тело в целом. Стали изучать физические процессы, которые происходят в твердой, жидкой и газообразной оболочках Земли. Заинтересовались тем, как реагирует наша планета на притяжение Луны с Солнцем, как воздействует на Землю межпланетная среда.

Специалисты вплотную занялись изучением химического состава земной коры.

Окончательно сформировалась наука *геофизика,* отдельные разделы которой были заложены еще в прошлые столетия.

Что же вошло в состав геофизики — комплекса физических наук, изучающих нашу планету? Прежде всего — *гравиметрия,* наука о поле силы тяжести Земли, о том, как это поле изменяется. Именно методы гравиметрии позволили нашим ученым изучить и построить сложную фигуру геоида, выяснить строение тех глубинных слоев, куда уже не добраться с помощью шахт и скважин, а также изучить упругие деформации — изменения размеров и формы Земли под воздействием притяжения Луны и Солнца.

Методы гравиметрии сегодня широко применяются для поиска полезных ископаемых, главным образом нефти, газа, угля и некоторых рудных тел, плотность которых отличается от плотности прилегающих пород.

Следующий раздел новой науки *сейсмология* — наука о землетрясениях. Она изучает причины и условия возникновения этих страшных бедствий, а также то, как распространяются волны упругих колебаний в земной толще. Наблюдая распространение этих волн, ученые составили сейсмическую модель внутреннего строения Земли, которой мы пользуемся в настоящее время.

Методы сейсмологии, основанные на создании искусственных микроземлетрясений, которые вызывают геологи мирными

взрывами, находят тоже применение для поисков полезных ископаемых, а также в инженерно-геологических изысканиях, когда намечают трассы дорог, строят водохранилища и плотины.

Третий раздел самый молодой. Пожалуй, лишь в наше время, уже в самые последние годы, он принял часть исследовательского груза на свою спину. Я имею в виду *учение о земном магнетизме.* Заложенное еще в начале XVII века, оно недавно вошло равноправным партнером в группу наук, занятых изучением глобальных вопросов строения и эволюции Земли.

Сегодня к физике Земли относят еще *электрометрию,* которая изучает естественное и искусственные электрические поля в Земле; *радиометрию* — исследующую излучения, испускаемые естественными радиоактивными элементами, содержащимися в горных породах, изучающую тепловую историю нашей планеты и современное тепловое состояние ее недр. Есть и другие отрасли знаний, обслуживающие современную науку о Земле.

Тот, кто выберет себе в дальнейшем специальность, связанную с изучением нашей планеты, познакомится еще со множеством разделов науки о Земле. Потому что ничто не представляет для нас такого интереса, как история и жизнь планеты, на которой мы с вами живем.

ПОЙДИ ТУДА, НЕ ЗНАЮ КУДА, ПРИНЕСИ ТО, НЕ ЗНАЮ ЧТО...

Пожалуй, изучение внутреннего строения Земли лучше всего определяется именно известной сказочной формулой, вынесенной в заголовок. Ну в самом деле: ни того, что там находится, ни того, в каком порядке это неизвестное распределяется по недрам, люди не знают. Так на что же надеются?

Правда, у нас уже есть примеры того, как, не объезжая Землю кругом, мудрый Эратосфен измерил планету. А европейские ученые сумели определить плотность Земли или, иными словами, «взвесили» планету без весов. Теперь осталось доказать, что плотность распределяется именно так, как предполагалось, то есть что в центре Земли имеется тяжелое плотное ядро...

Конечно, легко сказать, что плотность вещества Земли должна увеличиваться с глубиной, приводить разные цифры, уверяя, что они получились в результате «теоретических расчетов», утверждать, что в центре Земли есть плотное ядро... А вот как это все проверить, если никто до центра планеты не

добирался да вряд ли и доберется в обозримое время? Может быть, Земля вся насквозь состоит из вещества одинаковой плотности и никакого ядра в ней нет?..

Есть у хитроумных физиков один способ, позволяющий узнать распределение тяжелых масс в теле по тому, как оно движется. Изобрести этот способ было непросто. Начало ему положил немецкий математик и астроном Фридрих Бессель. В 1844 году он заметил, что в равномерном движении звезды Сириус наблюдаются странные отклонения. Будто кто-то невидимый кружится вокруг звезды и сбивает ее своим притяжением с пути то в одну сторону, то в другую. Примерно так же веселый щенок на поводке, бегая вокруг своего хозяина, не дает тому выдерживать строго определенное направление. Такой же характер движения наблюдался и у некоторых других звезд. «А не летают ли рядом с ними тяжелые, но невидимые спутники?» — подумал математик. Но доказать ничего не смог.

Опыт с шарами.

Прошло восемнадцать лет. Астрономы построили новые телескопы. И однажды увидели рядом с ярким Сириусом крохотную звездочку, еле заметную в ослепительных лучах главной звезды. Прав был Бессель — значит, система из звезды со спутником движется в пространстве немножко по другим законам, чем звезда без спутника. Даже если эта последняя и имеет ту же массу.

А вот еще пример. Если вы летали в самолетах, то, наверное, замечали: когда пассажиров немного, стюардессы рассаживают их так, чтобы они не сбивались в кучу, а распределялись, уравновешивая багаж и топливо. И это правильно. Потому что иначе самолет может потерять равновесие при взлете и упасть. Здесь тоже движение зависит от распределения масс, но уже внутри одного тела — самолета.

Теперь представьте себе, что у вас есть два шара. Размеры их одни и те же. Массы, средние плотности — все точь-в-точь одинаково. Но вы знаете, что первый шар отлит сплошным из одного металла, а у другого тяжелое ядро окружено более легкой

оболочкой. Снаружи они ничем не отличаются. Как же все-таки выяснить, не вскрывая, у какого из них есть ядро.

Вот тут-то на помощь и приходит физика. Оказывается, если положить оба шара на наклонную доску и скатывать их, как на гонках, то один будет всегда чуть-чуть отставать от другого. Это и есть сплошной шар. Его момент инерции больше, чем у шара с тяжелым ядром и легкой оболочкой.

Момент инерции как раз и есть та характеристика, которая зависит от распределения масс в системе тел или в одном теле. Зная его, можно судить о том, как устроено тело, не забираясь в его середину.

Наша Земля тоже не одиночка. Рядом с нею летает Луна. И ученые умеют определять моменты инерции подобных систем.

Интересно отметить, что после всех расчетов момент инерции нашей планеты оказался на семнадцать процентов меньше, чем он должен быть у сплошного шара массой и размерами равного Земле. Значит, у нашей планеты обязательно должно быть тяжелое ядро.

Ну как не восхититься находчивостью человеческого ума, который нашел решение такой, казалось бы, неразрешимой задачи?!

ПРИБАВЛЕНИЕ

В 1741 году в городе Лейпциге вышла в свет книжка, озаглавленная «Подземное путешествие Николая Клима». В ней рассказывалось о молодом бакалавре, который возвращался домой после окончания учебы. По дороге он знакомился с достопримечательностями мест, по которым шел. Внезапно его внимание привлекла пещера, из которой доносились странные звуки. Молодой человек достал веревку и попросил двух ученых мужей, кстати оказавшихся рядом, подержать ее. После чего он спустился в бездонную пропасть...

Дальше, как водится, рассеянные ученые, увлеченные спором о том, что находится в центре Земли, упустили конец веревки, и наш бакалавр полетел вниз, во тьму неизвестности.

Трудно сказать, сколько он падал в кромешной мгле. Неожиданно тьма рассеялась, и он увидел пролетающего мимо грифона — крылатого льва с орлиной головой. Николай схватил его за шею, взгромоздился на спину чудовища и дальше продолжал уже путешествие с относительным комфортом. Никаких светил видеть ему не удавалось и тем не менее темно не было. Скоро он

опустился на поверхность какой-то незнакомой планеты, которая вращалась внутри пустотелой земли.

Это была планета Назар — двести немецких миль (около полутора тысяч километров) в окружности, населенная людьми-деревьями. Странные аборигены не имели корней и могли медленно передвигаться. Количество ветвей означало общественный ранг жителя Назара. Так, например, королевский секретарь имел двенадцать веток-рук и мог бы одновременно писать двенадцать писем сразу. Но облеченный высоким саном, он так медленно думал, что на каждый ответ уходило у него по нескольку месяцев. Впрочем, здесь все делалось медленно. Именно неспешность возводилась в ранг добродетели. Кто медленнее думает, тот и умнее.

Вокруг странной планеты вращался еще более странный спутник, населенный обезьянами... Пережив массу приключений в подземном мире, наш бакалавр был выброшен взрывом через ту же дыру обратно на Землю. И там он поспешил в родной город Берген, где его ждала прекрасная должность помощника звонаря.

Фантастика? Конечно! И не простая, а сатирическая. Написал ее превосходный писатель «отец датской литературы» Фрихер Людвиг Гольберг. Его сатира, высмеивающая хвастливых путешественников, бичующая сословные, политические и религиозные предрассудки, порядки при королевском дворе, вызвала целую бурю. Придворные священники потребовали не просто запретить книгу, но и сжечь ее рукою палача. Но сочинение тем временем уже было переведено на многие европейские языки и разлетелось по разным странам.

Пожалуй, «Подземное путешествие Николая Клима» — самое первое в литературе фантастическое путешествие к центру Земли, правда, преследующее отнюдь не познавательные цели.

КАК УСТРОЕНА КОРА ЗЕМЛИ

Самый верхний слой твердой земли ученые назвали *корой.* Состав коры сложный. Больше всего в ней оказалось кислорода, кремния и алюминия. Потом шли остальные элементы, но их значительно меньше. Конечно, газ кислород содержится в коре не в чистом виде. Он входит в состав окислов. Ведь даже обыкновенный песок — это окисел кремния со всякими добавками. А простая глина — такой же окисел алюминия, но тоже со множеством добавок. Раньше легкоплавкие породы земной коры называли *«сиаль». «Си»* от слова силициум —

кремний, по-латински, *«аль»* — от алюминия. Сейчас этот термин устарел.

Состав и строение земли всегда интересовали человечество. Да и неудивительно — ведь именно кора, ее верхний слой обеспечивает человека всем необходимым для жизни. К сожалению, прошли те времена, когда каменный уголь и руду люди добывали прямо с поверхности, стоило лишь разворошить чуть-чуть пахотную землю или мох или другую какую-нибудь почву. Прошло время, когда нефть тугими фонтанами била из скважин, пробуренных на несколько десятков метров. Сейчас, чтобы найти полезные ископаемые, приходится тщательно изучать строение земной коры и забираться в нее все глубже и глубже.

Представьте себя на минутку геологом. Ваша задача — поиск месторождения редкометаллических руд, например вольфрамовых и молибденовых. Оба металла — важнейшие и незаменимые добавки для высокосортных сталей: вольфрам входит в состав высокопрочных сплавов, а молибден — жаропрочных. Как же ищут руды, содержащие эти столь необходимые современной промышленности металлы?

Вольфрам — металл тяжелый. Может быть, и руды его более плотные, чем окружающие породы? Если так, то можно применить гравитационную разведку. Найти место, где сила тяжести чуть больше, там и рыть. Но вот беда: оба металла — и вольфрам и молибден — содержатся в горных породах в таких небольших количествах, что практически ничем не изменяют их свойств. Нет, гравитационная разведка не годится. Может быть, попробовать магниторазведку? Но горные породы, содержащие вольфрамовые и молибденовые руды, почти не магнитны. И по электрическим свойствам они слишком мало отличаются от окружающих горных пород. Как же их искать?

Правда, по имеющемуся опыту, мы знаем, что вольфрамовые и молибденовые месторождения часто бывают рядом с гранитными массивами. Как же они там оказываются? Попробуем представить себе этот процесс.

Глубоко под земной корой находятся очаги раскаленной магмы. Могучие силы земного давления сдавливают ее. Бьется горячее земное «варево», ищет, куда бы прорваться. Самый легкий путь — наверх, там давление поменьше. Найдет магма трещинку и, как паста из тюбика, выдавливается, выдавливается. Раздвигает породы, уплотняет их, прогревает. Окружает себя как скорлупой. В такой скорлупе магма остывает. А раз остывает — объем ее уменьшается. И вся масса ее как бы проседает. Между гранитом, в который превратилась остывшая магма, и прочным сводом-

скорлупой образуется пористая, трещиноватая область. В нее начинает пробираться вода. Горячие геотермальные растворы приносят сюда соединения самых разных металлов, часть из них выпадает в осадки. Год за годом, тысячелетие за тысячелетием длится этот процесс. И образуется в пористой области месторождение редких металлов.

Значит, чтобы разведать вольфрам с молибденом, нужно сначала изучить горный район и отыскать гранитные массивы. Затем изучить состав найденных гранитов, поскольку редкие металлы встречаются далеко не во всех. Надо бить шурфы, бурить разведочные скважины. В общем, хлопот предостаточно. Нелегка работа геологоразведчиков.

Больше всего сведений о строении земной коры дал все же сейсмический метод. Я уже рассказывал о том, как под действием землетрясений или мощных взрывов частицы земли сдвигаются, передают свое движение дальше и возникают сейсмические волны. Они, как рентгеновские лучи, «просвечивают» Землю, выявляя ее внутреннее строение.

Прохождение сейсмических волн по земным слоям.

В 1909 году югославский ученый Андрей Мохоровичич, изучая землетрясение в Загребе, обнаружил слой, отделяющий земную кору от мантии.

Затем четырнадцать лет спустя австрийский ученый В. Конрад выделил внутри земной коры еще одну границу. Выше нее скорость распространения сейсмических волн равнялась скорости таких колебаний в граните, а ниже — в базальтах. Этот слой или поверхность назвали «поверхностью Конрада». И ученые договорились считать, что под осадочным, сравнительно рыхлым,

слоем на глубине 20—25 километров лежат сначала граниты, а за ними, еще глубже, — базальты.

На самом-то деле, конечно, в «гранитном слое» находятся вовсе не знакомые нам всем граниты, а множество самых разных пород, спрессованных до плотности гранита. Точно так же, как и «базальтовый слой» тоже не состоит из одного лишь базальта.

Таким трехслойным «пирогом» представляется сегодня материковая или континентальная кора. И совсем иначе оказалась устроена земная кора, выстилающая океаническое дно. Осадков значительно меньше, чем на суше. И куда-то пропал гранитный слой. Почему? Об этом до сих пор идут горячие споры среди ученых.

ИЗ ЧЕГО СОСТОИТ МАНТИЯ

Точно этого не знает никто! Добыть кусочек вещества из глубоких недр — нет более заветной мечты у геологов. Сколько бы нерешенных задач сразу получило решение. Но... до этого пока далеко. Пока лишь по косвенным признакам можно обсуждать возможный состав и строение вещества мантии.

Долгое время основным материалом мантии считался оливин — хорошо знакомый многим желтоватозеленый, оливковый, а то и коричневый минерал, входящий в состав почти всех самых тяжелых горных пород земли, когда-либо изливавшихся из недр земных расплавленной магмой.

Из оливина же в основном состоят и каменные метеориты, прилетающие к нам на Землю из космического пространства. Некоторые ученые считают, что это остатки строительного материала, из которого образовались планеты, в том числе и наша Земля.

В 1936 году известный английский физик и видный общественный деятель Джон Берналл предположил, что в глубине земных недр в условиях высоких температур и давлений кристаллики оливина сдавливаются, атомы переупаковываются и должны получаться кристаллы другой, большей плотности. Аналогичную идею высказал в то же время и профессор Ленинградского горного института Владимир (Вартан) Никитович Лодочников. Он считал, что все физические свойства материи, находящейся в глубине Земли, должны изменяться.

Ученые стали испытывать оливин в лабораториях. Кубики желто-зеленого минерала сдавливали и нагревали, снова нагревали и опять сдавливали. Очень подходил оливин под

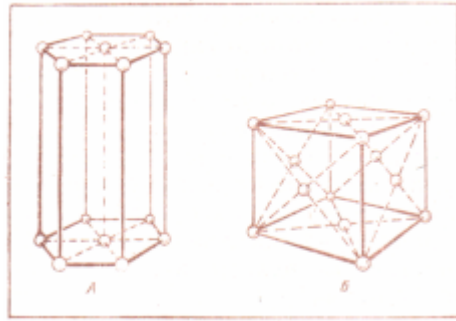
давлением по сейсмическим характеристикам к веществу мантии, но... При давлениях, соответствовавших глубине примерно четыреста километров, он разрушался. Значит, из него могла состоять только верхняя и частично средняя мантия. А что же входит в состав нижней?..

Советский геофизик В. А. Магницкий и американский ученый Ф. Берч выдвинули гипотезу о том, что под действием гигантских давлений и температур сложные силикатные соединения (в том числе и оливин) распадаются на простые окислы кремния, магния, железа, но в более плотной упаковке.

В это было трудно поверить. Ведь кристаллическая решетка минералов — первооснова материи. Неужели простым давлением и повышением температуры можно ее изменить?..

В 1958 году австралийский ученый А. Рингвуд вместе со своими коллегами заключил образцы оливина в могучий пресс и, нагрев их до температуры примерно в тысячу градусов, сдавил до ста тысяч бар. Результат оказался удивительнейшим... Если рассмотреть кристаллик обычного оливина под электронным микроскопом, а потом построить модель упаковки его ионов кислорода, то получится ровная шестигранная призмочка. Примерно такая нарисована на рисунке. Но после опытов Рингвуда материал полностью перестраивался. Длинная призмочка с ионами кислорода в узлах превращалась в плотный приземистый кубик, соответствовавший кристаллической структуре твердой шпинели. Значит, прав был Берналл, говоря о возможности таких превращений, правы были Лодочников, Магницкий и Берч...

На одном из международных симпозиумов по геофизике, состоявшемся в 1963 году, советские специалисты показали зарубежным коллегам небольшие темные кристаллики непонятного вещества. Никто из геологов не мог определить, что это такое. Вроде бы кварц, а вместе с тем и не кварц. Очень уж плотен и тяжел... Оказалось, все-таки кварц, только побывавший в условиях сильного сжатия и высокой температуры. Его получили советские ученые С. М. Стишов и С. В. Попова в лаборатории Института физики высоких давлений Академии наук СССР.



Кристаллические решетки минералов: А — гексагональная решетка оливина; В — кубическая решетка шпинели.

По имени одного из своих творцов новый минерал получил и название— стишовит.

Интересной оказалась находка стишовита в естественных условиях.

Американцы отыскали его в кратере Аризоны, где он образовался в момент мощного удара прилетевшего метеорита о Землю.

Получалось, что вещества, из которых сложены верхние слои мантии, могут составлять и нижние ее этажи. Но при этом кристаллы под действием высоких давлений и температур переходят из одного вида в другие.

Такие превращения, когда вещество из одного состояния переходит в другое, например вода переходит из пара в жидкость, а из жидкости в лед, называются фазовыми превращениями или фазовыми переходами. Эти переходы, по-видимому, играют очень большую роль и значение в процессах, происходящих в глубоких недрах. Они помогают сегодня ученым представить себе не только состав нижней мантии, но и ядра Земли.

ЗЕМЛЯ, XX ВЕК — СОВРЕМЕННАЯ МОДЕЛЬ

Что же лежит в основе современных представлений о внутреннем строении Земли? Как ни странно, но эти основы можно разделить по стародавнему обычаю на три группы — три «кита». Прежде всего представление о составе нашей планеты дает лава, вылившаяся из недр через жерла вулканов и трещины. В большинстве случаев она имеет базальтовый состав. И геологи так ее и называют — базальтовая лава. Кроме того, мы доподлинно знаем о существовании больших гранитных массивов

в докембрийских толщах коры.

Второй «кит» тоже «вещественный». Это прилетающие к нам из космоса метеориты. Ведь по идее они должны быть из того же первичного вещества, из которого слепился и весь земной шар. Подавляющее большинство космических гостей состоит из плотной горной породы — темнозеленого перидотита и из железа.

Наконец, третий «кит» — скачкообразное изменение скоростей распространения сейсмических волн внутри Земли. Оно позволяет предположить, что так же скачкообразно меняется и плотность вещества внутри нашей планеты, нарастая с глубиной.

Все это заставляет нас предположить, что внутреннее строение Земли очень сложно. А чтобы изучать сложные объекты, в науке уже давно пользуются приближенными моделями. То есть более или менее простыми и наглядными картинами, которые примерно соответствуют имеющимся знаниям.

В геофизике под моделью Земли понимают как бы разрез нашей планеты. На нем должно быть ясно видно, как меняются такие важные свойства земных недр, как плотность, давление, скорость распространения сейсмических волн, температура, ускорение силы тяжести, электропроводность и так далее.

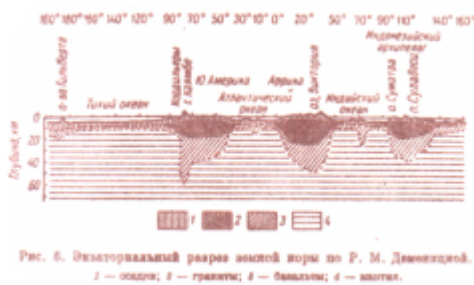


Рис. 6. Экваториальный разрез земной коры по Р. М. Деменицкой.
1 — осадки; 2 — граниты; 3 — базальты; 4 — мантия.

Разрез Земли по экватору: 1 — осадки; 2 — граниты; 3 — базальты; 4 — *мантия.*

Считается, что первые шаги в построении реальной модели внутреннего строения нашей планеты, с учетом всей имеющейся геофизической информации, накопленной за много лет, сделали американские геофизики Адамс и Вильямсон в 1923 году. Однако сейсмологи в те годы еще не могли дать достаточно точных значений для скоростей упругих колебаний. И потому работа американцев страдала многими неточностями.

Исправить недостатки и уточнить скорости взялись два крупнейших геофизика тридцатых годов. С одним из них мы уже

встречались, когда разговор шел о гипотезах происхождения Земли. Это Гарольд Джефрис, профессор Кембриджского университета в Англии. Другой — Бено Гутенберг, немецкий ученый, эмигрировавший из фашистской Германии за океан.

Целых десять лет продолжалась их работа. Результаты, достигнутые Джефрисом и Гутенбергом, позволили австралийскому геофизику Буллену, стажировавшемуся у Джефриса, построить новую модель Земли, в которой он ввел удобное разделение на зоны.

И все-таки к началу пятидесятых годов классический период в геофизике, опиравшийся в основном на методы механики, закончился. В Советском Союзе и в США появились работы В. А. Магницкого и Ф. Берча, применивших для геофизических целей современные методы физики твердого тела и физики высоких давлений. Я уже рассказывал немного об их опытах и выводах. В результате была построена современная модель оболочки Земли, которая включает в себя литосферу и верхние слои мантии.

Вы можете ее увидеть на рисунке-графике с пояснительными надписями. Постарайтесь призвать на помощь свое воображение, чтобы за скромной линией графика увидеть сложность строения и буйство стихий внутри планеты. Конечно, я понимаю, что график не столь нагляден и не так красив, как гравюры прошлых веков. Но у него есть одно неоспоримое преимущество перед последними: он намного правдоподобнее. На приведенном рисунке вы видите сейсмическую модель Земли, то есть отображающую изменения плотности вещества недр. Но такие же модели можно построить и для других свойств планеты.

А теперь несколько слов объяснения. Прежде всего под жесткой корой — литосферой, плиты которой мы сравнивали с громадными льдинами-айсбергами, плавающими на «океане подкорового вещества», примерно с семидесятикилометровой глубины начинается новый, неизвестный слой. В нем скорость распространения сейсмических волн резко падает. Это — астеносфера. Кое-где местами в ней располагаются первичные магматические очаги вулканов. Там плавится и кипит базальтовая магма, которая потом по трещинам и вулканическим каналам поднимается на поверхность. Температура этих очагов очень близка к температуре плавления глубинного вещества мантии. И потому они увеличивают вязкость всего подкорового вещества.

Конечно, астеносферу можно назвать текучей лишь в сравнении с каменными монолитами. Невероятно медленно движется нечто, что составляет подкоровый слой, перетекая с места на место.

Вы, наверное, знакомы с варом — черной густой смолой,

которая применяется в строительном деле. Вар легко колется на куски. Значит, он твердый. Но оставьте его на долгое время в покое — и кусок растечется лужей, которая будет так же колоться. Вещество астеносферы еще более вязкое, чем вар, но и оно способно перетекать из одного места в другое. Только очень медленно.

Примерно с двухсотпятидесятого километра глубины скорость распространения сейсмических волн снова начинает расти. Здесь уже давление в недрах так велико, что температура плавления сдавленного вещества повышается. Вещество мантии постепенно уплотняется, и скорости упругих колебаний в нем растут. Но растут медленно, будто накапливают силы. Потом вдруг резкий скачок! Ученые полагают, что здесь начинается зона фазовых переходов, о которых я вам тоже рассказывал. Здесь оливин превращается в более твердую шпинель.

И снова с глубиной идет плавное нарастание скоростей до зоны нового скачка — второй зоны фазовых переходов. Может быть, там происходит распад силикатов на окислы. Я уже говорил о стишовите, можно представить себе также уплотненные окислы и других элементов — железа, алюминия... А может быть, и наоборот, основные породообразующие минералы оболочки Земли переходят в более сложные структуры... Пока об этом ученые спорят. Но дальше, начиная с глубин в семьсот километров, скорости распространения сейсмических волн снова плавно нарастают под влиянием все увеличивающегося давления вышележащих слоев. И так происходит до самой границы с ядром Земли.

Ядро — это совсем особый вопрос и совершенно специфическая область земных недр.

О ядре и о наших современных представлениях о нем я хотел бы вам рассказать отдельно.

ИЗ ЧЕГО СОСТОИТ ЯДРО ЗЕМЛИ

Идей о строении ядра Земли было высказано бесчисленное множество. Дмитрий Иванович Соколов — русский геолог и академик — говорил, что вещества внутри Земли распределяются, словно шлак и металл в плавильной печи.

Это образное сравнение не раз получало подтверждение. Ученые внимательно изучали прилетавшие из космоса железные метеориты, считая их осколками ядра распавшейся планеты. Значит, и у Земли ядро должно состоять из тяжелого железа,

находящегося в расплавленном состоянии.

В 1922 году норвежский геохимик Виктор Мориц Гольдшмидт выдвинул идею общего расслоения вещества Земли еще в ту пору, когда вся планета находилась в жидком состоянии. Он это вывел по аналогии с металлургическим процессом, изученным на сталелитейных заводах. «В стадии жидкого расплава, — говорил он, — вещество Земли разделилось на три несмешивающихся жидкости — силикатную, сульфидную и металлическую. При дальнейшем остывании эти жидкости образовали главные оболочки Земли — кору, мантию и железное ядро!»

Однако ближе к нашему времени идея «горячего» происхождения нашей планеты все больше уступала «холодному» творению. И в 1939 году Лодочников предложил другую картину формирования недр Земли. К этому времени уже была известна идея фазовых переходов вещества. Лодочников предположил, что фазовые изменения вещества с увеличением глубины усиливаются, в результате чего вещество разделяется на оболочки. При этом ядро вовсе не обязательно должно быть железным. Оно может состоять из переуплотненных силикатных пород, находящихся в «металлическом» состоянии. Эта идея была подхвачена и развита в 1948 году финским ученым В. Рамзеем. Получалось, что хоть ядро Земли и имеет иное физическое состояние, чем мантия, но причин считать его состоящим именно из железа нет никаких. Ведь переуплотненный оливин мог быть столь же тяжелым, как и металл...

Так появились две исключающие друг друга гипотезы о составе ядра. Одна — развитая на основе идей Э. Вихерта о железо-никелевом сплаве с небольшими добавками легких элементов в качестве материала ядра Земли. И вторая — предложенная В. Н. Лодочниковым и развитая В. Рамзеем, гласящая о том, что состав ядра не отличается от состава мантии, но вещество в нем находится в особо плотном металлизированном состоянии.

Чтобы решить, в чью сторону должна склониться чаша весов, ученые многих стран ставили в лабораториях опыты и считали, считали, сравнивая результаты своих расчетов с тем, что показывали сейсмические исследования и лабораторные эксперименты.

В шестидесятых годах специалисты окончательно пришли к выводу: гипотеза металлизации силикатов, при давлениях и температурах, господствующих в ядре, не подтверждается! Более того, проделанные исследования убедительно доказывали, что в центре нашей планеты должно содержаться не меньше восьмидесяти процентов всего запаса железа... Значит, все-таки

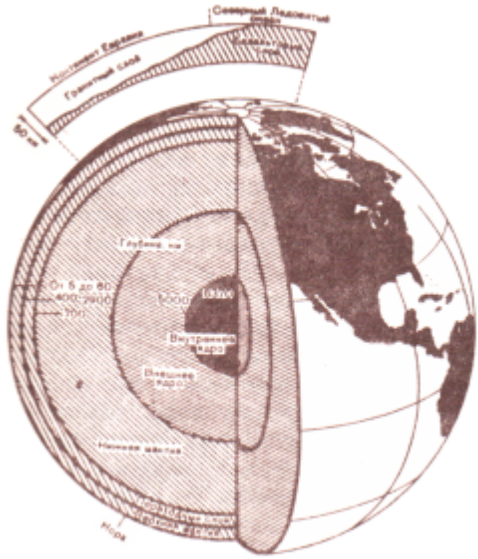
ядро Земли — железное? Железное, да не совсем. Чистый металл или чистый металлический сплав, сжатые в центре планеты, были бы слишком тяжелы для Земли. Следовательно, нужно предположить, что вещество внешнего ядра состоит из соединений железа с более легкими элементами — с кислородом, алюминием, кремнием или серой, которые больше всего распространены в земной коре. Но с какими из них конкретно? Это неизвестно.

И вот советский ученый Олег Георгиевич Сорохтин предпринял новое исследование. Попробуем проследить в упрощенном виде ход его рассуждений, изложенный в интересной книге «Глобальная эволюция Земли». Основываясь на последних достижениях геологической науки, советский ученый делает вывод, что в первый период образования Земля была скорее всего более или менее однородной. Все ее вещество примерно одинаково распределялось по всему объему.

Однако со временем более тяжелые элементы, например железо, стали опускаться, так сказать, «тонуть» в мантии, уходя все глубже к центру планеты. Если это так, то, сравнивая молодые и старые горные породы, можно в молодых ожидать меньшее содержание тяжелых элементов, того же железа, широко распространенного в веществе Земли.

Изучение древних лав подтвердило высказанное предположение. Однако чисто железным ядро Земли быть не может. Для этого оно слишком легкое.

Что же явилось спутником железа на его пути к центру? Ученый перепробовал множество элементов. Но одни плохо растворялись в расплаве, другие оказывались несовместимы.



Модель Земли. XX век.

И тогда у Сорохтина возникла мысль: не был ли спутником железа самый распространенный элемент — кислород?

Правда, расчеты показывали, что соединение железа с кислородом — окись железа — вроде бы легковата для ядра. Но ведь в условиях сжатия и нагрева в недрах окись железа тоже должна претерпеть фазовые изменения. В условиях, существующих вблизи центра Земли, лишь два атома железа способны удержать один атом кислорода. Значит, плотность полученной окиси станет больше...

И снова расчеты, расчеты. Но зато каково удовлетворение, когда полученный результат показал, что плотность и масса земного ядра, построенного из окиси железа, претерпевшей фазовые изменения, дает точно ту величину, которую требует современная модель ядра!

Вот она — современная и, пожалуй, самая правдоподобная за всю историю ее поисков модель нашей планеты. «Внешнее ядро Земли состоит из окиси одновалентной фазы железа Fe_2O, а внутреннее ядро — из металлического железа или сплава железа с никелем, — пишет в своей книге Олег Георгиевич Сорохтин. — Переходный слой Р между внутренним и внешним ядром можно считать состоящим из сернистого железа — троиллита FeS».

В создании современной гипотезы о выделении ядра из первичного вещества Земли принимают участие многие выдающиеся геологи и геофизики, океанологи и сейсмологи — представители буквально всех отраслей науки, изучающей

планету. Процессы тектонического развития Земли, по мнению ученых, будут продолжаться в недрах еще довольно долго, по крайней мере впереди у нашей планеты есть еще пара миллиардов лет. Лишь после этого необозримого срока Земля остынет и превратится в мертвое космическое тело. Но что к этому времени будет?..

Сколько лет насчитывает человечество? Миллион, два, ну, два с половиной. И за этот срок люди не только поднялись с четверенек, приручили огонь и поняли, как извлекать энергию из атома, они послали автоматы на другие планеты Солнечной системы и освоили ближний космос для технических нужд.

Исследование, а затем и использование глубоких недр собственной планеты — программа, которая уже стучится в дверь научного прогресса. И вам, сегодняшним школьникам, ее осуществлять.

ЭПИЛОГ, ИЛИ ПУТЕШЕСТВИЕ НА МАШИНЕ ВРЕМЕНИ С СЕМЬЮ ОСТАНОВКАМИ

Уже почти заканчивая работу над рукописью, я почувствовал: чего-то в ней не хватает. Чего же? Снова и снова листал я исписанные страницы, перечитывал оглавление, рылся в справочниках... Ничего не помогало. И тогда оставив занятия, пошел я бродить под дождем по знакомым местам. Ничто особенно там не привлекает внимания, и вместе с тем обстановка отличается от рабочего кабинета. Идешь — будто и не думаешь ни о чем конкретно, а вместе с тем внутренне размышляешь. Только не целенаправленно, как за столом, а как-то более отвлеченно, широко...

Я бродил по набережной Невы и отмечал знакомые здания: вот Академия художеств, дворец Меншикова. Вот университет, Институт этнографии, Кунсткамера, здание Академии наук, Зоологический институт... Я люблю ходить в музеи. Только не просто так — «поглазеть», а с определенным заданием. Прочитаешь какой-нибудь раздел истории или узнаешь что-нибудь новое о жителях далеких стран, о неизвестных животных — сразу в музей. В просторных залах время будто останавливается. Время!..

Какая-то, пока неясная, мысль мелькнула в мозгу и снова спряталась. Но след ее остался. Я поспешил домой. Вытянул из шкафа наугад книгу. Даже не взглянул на название. Раскрыл ее и прочитал знакомые слова: «...взявшись за ручку двери, я услышал странное, оборвавшееся восклицание, треск и удар. Открыв дверь, я попал в сильный водоворот воздуха и услышал звук разбитого и упавшего на пол стекла. Путешественника по времени не было в лаборатории. Мне показалось, что на мгновение передо мной промелькнула неясная, похожая на привидение фигура человека, сидящего верхом на кружившейся массе из черного дерева и бронзы,— фигура настолько призрачная, что скамья позади нее, на которой лежали чертежи, была видна совершенно отчетливо. Едва я успел протереть глаза, как эта фантасмагория исчезла. Машина времени пропала».

Узнали? Я и не сомневаюсь. Герберт Джордж Уэллс — роман «Машина времени». Любите фантастику? Я — очень! Только непременно с приключениями, с преодолением опасностей и благополучным концом.

Хорошо фантастам — сели в машину времени, задали компьютеру программу, включили двигатели и пожалуйста: «Внимание, двери закрываются! Следующая остановка 1242 год — поражение рыцарей-крестоносцев на льду Чудского озера русскими войсками во главе с князем Александром Невским...». Ну, пусть не совсем так, но в принципе. Стоп! В голове у меня мелькнула мысль, и я понял, чего не хватало в рукописи.

Вот бы увидеть все то, что я так долго собирал по разным научным и справочным книжкам. Побывать в мире, который я себе мысленно уже представил, и рассказать, нет не рассказать, а *показать* его читателю. Короче говоря, мне захотелось тут же отправиться в путешествие по времени вместе с читателем и дополнить все рассказанное выше картинами увиденного.

На следующий день ко мне пришел художник, который рисовал картинки и старался, чтобы они не просто оживляли страницы, но и дополняли текст книжки. С опаской рассказал я ему о новой идее. Вдруг не понравится? А он обрадовался. «Правильно! — говорит. — Вы пишите, а я нарисую наше путешествие и даже сделаю цветные картинки для тех остановок, которые будут». Так составился экипаж машины времени для путешествия в прошлое Земли: вы, читатель, художник книги и я — автор.

Чтобы наше путешествие проходило успешно, нужно взять некоторые обязательства и договориться о выполнении ряда правил.

Первое. Каждый раз, отправляясь в дальнюю эпоху, мы обязуемся знакомиться с историей времени, со взглядами ученых. Знать, что нас ждет, — совсем не вредно. Иначе, какая польза от нашего путешествия.

Второе. В каких бы условиях мы ни оказались, никто из нас не имеет права вмешиваться в события. Это закон для путешественников по времени. А то представьте себе: мы спасли из лап кровожадного ящера симпатичного пушистого зверька, а он в ходе эволюции превратился в хищника, который съел нашего с вами предка...

Ну что же, если вы согласны с выдвинутыми предложениями, то забирайтесь в кабину и начнем знакомиться с управлением Машиной времени. Это не трудно. Рядом висит геохронологическая шкала с подразделениями — *эон, эра, период, эпоха, век*... А под таблицей кнопки. Значит, мы можем отправляться в прошлое с большой точностью. Нужно только набрать требуемую комбинацию на пульте...

НАЧАЛО ПУТЕШЕСТВИЯ И ПЕРВАЯ ОСТАНОВКА

Попробуем использовать всю мощность нашей машины, чтобы отправиться как можно дальше. Не просто в самое начало, а в эпоху, когда из множества комьев холодного космического вещества еще только начинал формироваться шар нашей будущей планеты. Возраст Земли оценивается сегодня в четыре миллиарда шестьсот миллионов лет. Нам нужно перешагнуть эту границу...

Я набираю на пульте самое большое число из всех возможных и включаю «пуск». Вспыхивают экраны, а свет в кабине тускнеет. Где-то в недрах скрытого двигателя пронзительно начинают пищать трансформаторы высокого напряжения. Трещат проскакивающие искры, и помещение наполняется запахом грозового озона. Ничего, это явления, которые сопровождают накопление «временного поля». Очень уж большую нагрузку дали мы машине.

Но вот накопление закончилось. Наш корабль дрогнул, и в окошечках счетчика побежали-замелькали зеленые цифры, слились в вихрь. А рядом на контрольном табло с той же скоростью помчались красные цифры, увеличивая количество лет, отделяющих нас от покинутого двадцатого века нашей эры, четвертичного, или антропогенового, периода кайнозойской эры, входящей в фанерозойский эон — во время явной жизни...

Пока на счетчиках бушуют зеленокрасные метели, вспомним, что говорят ученые сегодня о Великом Начале, о том, как из холодного допланетного, слегка вращающегося газопылевого облака начиналось образование протопланет.

По современным расчетам, первичный ком холодного слипшегося космического вещества, ставший зародышем нашей планеты, мог иметь в диаметре всего каких-нибудь пятьсот или тысячу километров. И понадобилось примерно сто миллионов лет, чтобы он набрал недостающую массу и «дорос» до девяноста восьми процентов сегодняшней полновесности.

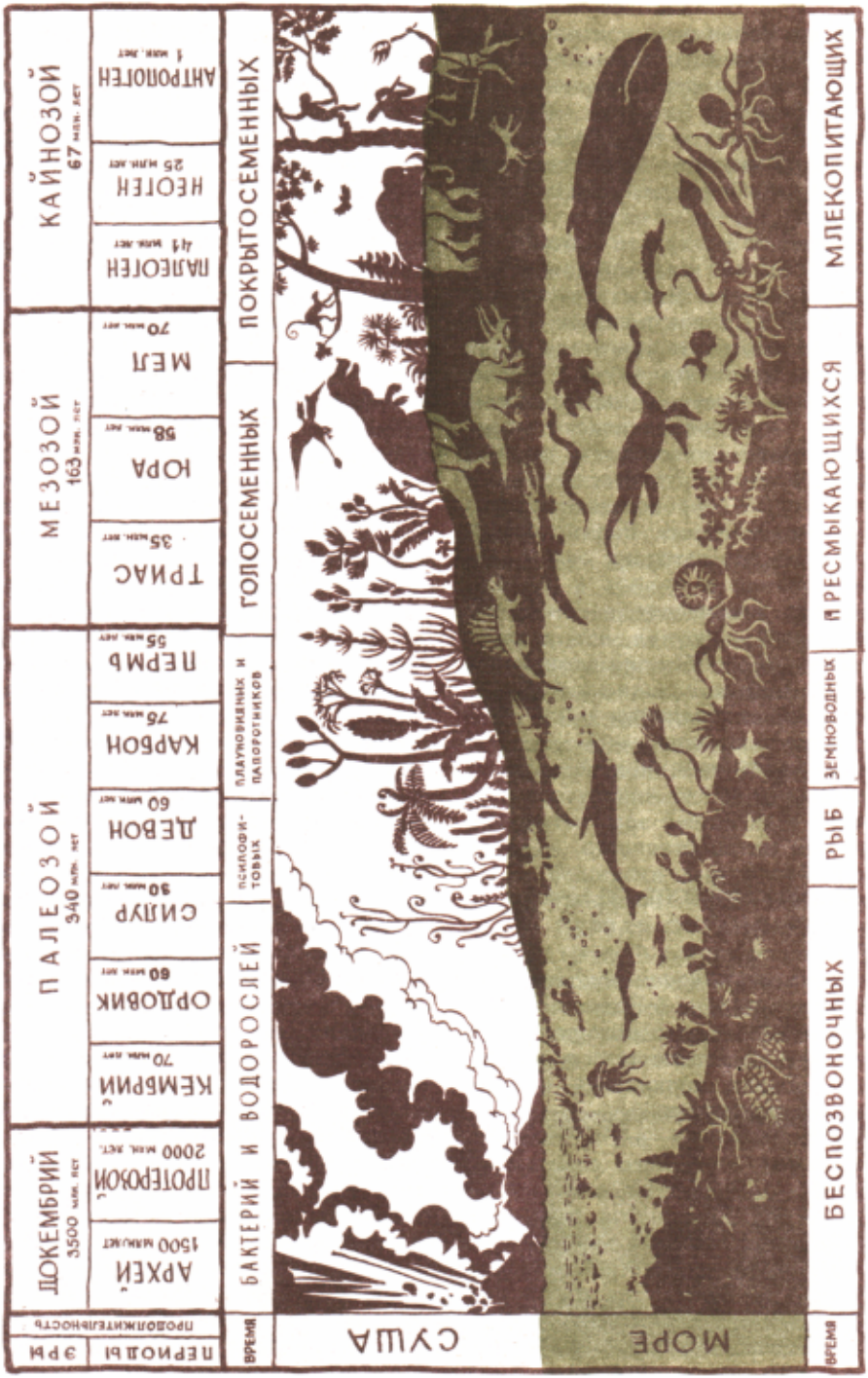
Сто миллионов лет кажутся огромным сроком. Но для

истории Земли это небольшой отрезок времени. К этому нужно привыкнуть и не удивляться.

Ученые считают, что сначала более легкие и тяжелые вещества в допланетном шаре могли распределиться равномерно. В нем на равных правах участвовали как соединения химических элементов с кислородом — окислы, так и соединения с водородом — гидриты. Вы вправе спросить, как об этом узнали. Тому предшествовала длительная работа. Специалисты собирали остатки метеоритов — залетевшие на Землю куски космического вещества, изучали состав лав, изверженных вулканами. Добавляли газы, которые улетучиваются из раскаленной лавы. И в результате этой кропотливой работы составили себе мнение о составе начального вещества Земли.

«Внимание! Резерв энергии для броска в прошлое исчерпан. Машина времени приближается к конечной отметке!» — Это голос робота, управляющего движением. Смотрите, бег цифр в окошках счетчиков замедлился. Щелчок! Цифры замерли. В зеленом окошечке — 0 000 000 000, десять нулей. В красном — 4 600 000 000, четыре миллиарда шестьсот миллионов лет, отделяющих нас от нашего времени. Даже страшно! Но я вижу, что наш художник уже раздвинул защитные жалюзи и приник к иллюминатору. Последуем и мы его примеру...

Темно! Мы с вами находимся примерно на высоте двухсот километров от поверхности планеты. Да полно, планета ли это? Корявая безжизненная равнина под нами. Что общего у нее с цветущей и веселой поверхностью нашей родной Земли? Впрочем, пейзаж под нами не совсем безжизнен. Вон мелькнул какой-то отблеск, показалось багровое пятно пламени. Может быть, это один из бесчисленных обломков врезался в землю.



А может быть, один из первых вулканов?.. Тогда перед нами настоящая планета, на которой уже идет геологическое время и происходят процессы эволюции. И проникнуть в догеологическую

эпоху нам не удалось. Скорее всего мы с вами — в *катархее* — самом первом этапе геологической истории Земли. Ученые предполагают, что продолжалось это время примерно один миллиард лет, но никакими или почти никакими прямыми и фактическими данными о нем наука не располагает. Но вот более поздние слои горных пород говорят, что уже в начале следующего эона — архея существовали осадочные породы и даже — вода. Значит, можно предположить, что в катархее на поверхности Земли уже действовали вулканы. Они выбрасывали пепел и изливали лаву. Из кратеров вырывались газы и пар...

Ведь чем больше становился земной шар, тем сильнее сжимались его недра. А под действием давления поднималась температура в глубинах. В этих условиях нейтральные в холодном состоянии вещества начинали взаимодействовать, вступать в реакции друг с другом. В недрах мертвого кома пошли химические процессы. Вместе с ними началась эволюция и история Земли.

В некоторых зонах тепла скапливалось все больше и больше. И первыми не выдержали замороженные газы и лед. Они растаяли. Следом за ними расплавились и другие легкоплавкие составляющие первичного космического вещества. А тепла все прибавлялось. Кое-где вода закипела, превратилась в пар. Давление гнало газы и пар по трещинам и щелям вверх, вверх. И вот вырвались они на поверхность и, наверное, улетели бы совсем, если бы набравшая уже достаточную массу Земля не удержала их полем тяготения. Газы растеклись, окутав земной шар зыбкой пленкой первичной атмосферы. А облака пара сгустились и выпали дождем и снегом. Вода наполнила впадины на поверхности и положила начало будущему Мировому океану.

Конечно, то, о чем я только что рассказал, является лишь одной из существующих гипотез. Есть на этот счет и другие взгляды. Ведь прямых данных о том далеком времени у науки пока нет...

У экрана локатора вспыхнул красный сигнал тревоги. Включилась сирена. Прямо на нас летит огромный обломок, еще не нашедший себе места встречи с Землей... Нужно уходить. Включаю двигатели. Закрываю жалюзи. Тем более что художник уже сделал набросок с панорамы...

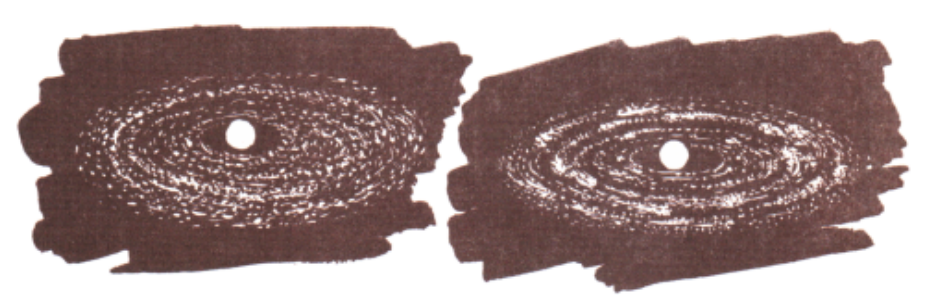
ОСТАНОВКА ВТОРАЯ

На счетчике 3 000 000 000 лет. Это время, которое отделяет

нас от покинутого двадцатого столетия. От начала образования нашей планеты мы перенеслись более чем на полтора миллиарда лет вперед и сейчас находимся в середине древнего архея. Цифры в окошечке стоят неподвижно, а наша машина, управляемая автопилотом, летит низко над поверхностью планеты и словно приглашает нас открыть поскорее жалюзи иллюминаторов...

О! Какая тьма за бортом! Несмотря на малую высоту — видимость незначительная. Густые тучи, дым и пепел закрывают от нас Землю. Газовый анализатор показывает, что в тонкой, еще не сформировавшейся атмосфере почти нет кислорода. Она насыщена горячими парами воды, углекислым газом, аммиаком и метаном. Можно подумать, что мы попали на Венеру, которую в наше время исследуют советские автоматические межпланетные станции.

Из-за недостатка свободного кислорода нет над нашей планетой еще и спасительного озонового экрана, который задерживал бы жесткое излучение Солнца. Так что не вздумайте при посадке открыть люк. Земля архейского эона не приспособлена для жизни.



Но вот в облаках стали попадаться окна. В них просматривается поверхность. Сумрачно на Земле. Лишь багровые отсветы вулканов освещают тяжелые волны первичного океана. Раскаленная лава спускается по склонам, встречается с подступающей водой, и взлетают в небо фонтаны пара с грохотом, с шипением... Беспокойная пора в жизни молодой планеты. Тоненькая корка суши то вспучивается, то проваливается. Извержения вулканов сопровождаются катастрофическими землетрясениями. Но уже в это раннее время кое-где на непрочной основе начинают образовываться крепкие как щитки участки. Это ядра будущих платформ — твердых участков литосферного панциря планеты.

Надо сказать, что архейская суша выглядит не слишком приветливо. Мрачные, будто насупившиеся, скалы, темные долины. Ни следа цветущей зелени. Лишь отблеск извержений да

молнии окрашивают темные породы в зловещие тона. Что же, так оно и должно быть — ведь Земля еще слишком молода! Кора ее беспокойна, и нам лучше приводниться в океане.

Водная поверхность древнего океана кажется бесконечной. Осторожно ведем машину на снижение. И вот уже веер брызг за иллюминатором говорит о том, что мы коснулись поверхности.

Как же обстоят дела с гидросферой в архее? Смотрите: анализатор показывает, что вода первичного океана почти не отличается по солености от океанской воды нашего времени. Правда, химический состав ее солей несколько другой... Но все-таки интересно, что с самого начала воды на Земле были уже солеными. Значит, большая часть их, как и атмосфера, образовалась из лав, которые выплавлялись из верхней мантии и создавали земную кору. Ну и мир! Суша — не суша, а сплошные вулканы да землетрясения, бесплодные песок и камень. Воздух — не воздух. В нем почти нет кислорода. Жесткая солнечная радиация способна убить все живое. И только вода отдаленно напоминает нечто знакомое. Как в таких условиях могла зародиться жизнь? А ведь совсем недавно геологи обнаружили в кремнистых сланцах Трансвааля (в Южной Африке) остатки жизнедеятельности организмов, которые существовали 3,1 — 3,4 миллиарда лет назад!.. Значит, можно предположить, что еще в катархее, на дне теплых и мелких морей, богатых сложными органическими веществами, под действием жестких солнечных лучей и электрических разрядов молний начали образовываться полимеры. То есть появились вещества, молекулы которых состояли из большого числа повторяющихся звеньев. Может быть, они были похожи на двойные спиральные нити, способные при некоторых условиях растягиваться в одну спираль, а потом строить недостающую — вторую — путем присоединения более простых веществ. Таким образом, они научились порождать себе подобных и передавать им информацию о том, как синтезировать белки.

Такие полимеры уже можно было считать первичными организмами. Зеленый пигмент — хлорофилл поглощал солнечный свет. Его энергия помогала расщеплять молекулы воды. При этом кислород выделялся в атмосферу, а водород вместе с углекислотой шел на создание органического вещества.

Самыми первыми фотосинтезирующими растениями Земли были скорее всего микроскопические синезеленые водоросли, которые живут и в наше время. Они похожи на бактерии и размножаются делением.

Интересно отметить, что отсутствие кислорода для зарождения и начала развития жизни — вовсе не помеха. Скорее,

даже наоборот.

Конечно, сейчас кислород — это жизнь. Но если бы первичная атмосфера Земли с самого начала была богата этим газом, то скорее всего на поверхности планеты вообще никогда не развились бы органические существа. Ученые на опытах в лабораториях показали, что получить органические соединения из неорганических молекул можно только при отсутствии кислорода.

Ведь и сейчас оказывается на нашей планете есть немало простейших организмов — некоторых бактерий, грибов, которым кислород не нужен. Более того, он для них — яд!

Но что это? Гигантская волна поднимает нашу машину, и вода вокруг начинает кипеть и пениться? Корпус гудит от глухих ударов. Становится жарко. Похоже, что на дне под нами проснулся вулкан. Придется уносить ноги, чтобы не свариться заживо в первобытном супе! Хорошо, что мы надежно изолировали кабину Машины времени. Итак, по местам. Я включаю двигатели...

ОСТАНОВКА ТРЕТЬЯ

Снова движение по времени прекратилось. Мы переместились почти на полтора миллиарда лет. На счетчике — цифры: 1 670 000 000!

Это — остановка в протерозое. Во времени скрытой жизни. Посмотрите на таблицу: эра — рифей. Геологи называют тектоно-магматическую эпоху той поры Карельской (иногда Гудзонской, Свекофенской, Буларенидской или Лаксфордской). Эти названия происходят от мест, где находятся наиболее типичные для эпохи изверженные породы.

Наша машина, подобно спутнику, летит на высоте ста — ста пятидесяти километров. Обзор великолепный! Вот только почему так ярко слепит глаза солнце? Ах вот оно что — под нами безграничная водная поверхность. Может быть, это Тихий океан? Тогда скоро покажутся берега Американского континента. Но идет время, а суши не видно. Уж не попали ли мы в эпоху «всемирного потопа»? Нет, нет — вон на горизонте появилась полоса берега...

Мы и не заметили, как перемахнули через какой-то здоровенный континент и снова пошла вода, а потом снова берега того же континента. Куда же делись остальные материки?

Впрочем, вспомним геологическую историю. Ведь Карельская

тектоно-магматическая эпоха завершила формирование древних областей континентальной земной коры. Сегодня она существует в виде девяти платформ:

1. Восточно-Европейской (Русской);
2. Сибирской;
3. Китайско-Корейской;
4. Южно-Китайской;
5. Индостанской (Индийской);
6. Африканской;
7. Северо-Американской;
8. Австралийской;
9. Антарктической.

У меня с собой карта, на которой показано, как в наше время распределяются древние платформы по земному шару. Посмотрите на нее. А теперь представьте себе ту титаническую работу, которую должны были проделать геологи, чтобы ее составить!

Древние платформы вовсе не обязательно сегодня находятся там, где они зародились в архее. Могучие тектонические силы вполне могли за миллионы и миллиарды лет растащить их, передвинуть в стороны.

Ученые пока не знают точно, как распределялись девять древних платформ в Карельскую эпоху. Но есть предположение, что они были сдвинуты вместе в единый суперконтинент Мегагею, то есть Большую Землю. Если это так, то, пожалуй, именно над нею мы и пролетаем.

«Между прочим, вы не обратили внимания на то, как изменились краски пейзажа?» — справедливо замечает наш художник. Давайте немного снизимся, чтобы лучше рассмотреть поверхность земной суши. Смотрите, на однообразном серочерном фоне появились ярко окрашенные бурые и красные пятна. Это гидроокислы железа. Следы действия кислорода. К середине рифея в атмосфере накопилась примерно одна тысячная доля этого газа по сравнению с имеющимся в наше время — но и это ничтожное количество весьма существенно повлияло на всю обстановку Земли.

В породах среднего и верхнего рифея ученые нашли следы роющих животных и трубочки червей. То есть появились гораздо более сложные организмы, потребляющие кислород...

Я думаю, будет более правильным, если мы не станем совершать посадку в этой эпохе, а отправимся во время явной жизни.

ОСТАНОВКА ЧЕТВЕРТАЯ

На счетчике Машины времени 570 000 000 лет! По геохронологической таблице — мы на самой границе между протерозойской и палеозойской эрами. «Протерос» по-гречески — ранний, а «палайос» — древний. «Зоэ», как я уже говорил, означает «жизнь». Следовательно, мы с вами находимся на рубеже ранней и древней жизни.

Геологи считают, что к началу палеозоя фундаменты всех древних платформ суши уже полностью сформировались. Хуже обстояло дело с океаническим основанием. Разбитое многочисленными разломами, оно было очень неспокойно. В одних разломах вещество Земли вспучивалось, росло, вылезало на поверхность воды дикими черными скалами вулканических островов. В других — кора прогибалась. Если такие прогибы случались на суше — в них устремлялась вода и они становились морями, разделенными грядами островов. На океанском дне такие прогибы образовывали глубокие впадины, настоящие ловушки для всевозможных осадков. Их-то ученые и называют геосинклиналями.

Избранное нами время — опять «чемпион по землетрясениям»; они почти непрерывно сотрясают Землю.

Как и в прошлый раз, мы облетаем земной шар, прежде чем выбрать место для посадки. Смотрите внимательно. Похоже, что теперь под нами вместо единого гигантского материка Мегагеи на поверхности океана два куска суши — северный и южный суперконтиненты, разделенные ворвавшимися в расселины волнами океана. Может быть, это и есть те самые Гондвана и Лавразия, о которых по сей день не утихают споры среди наших ученых?

Гондвана получила свое название по имени древнего племени гондов, населявших Индостан. Ее территория, по мнению специалистов, объединяла земли Бразилии, большую часть Африки, Аравии, Индии и Австралии. Не исключено, что в

ее состав входили те пространства, по которым сегодня гуляют волны Индийского и Атлантического океанов.

Северный обломок Мегагеи — Лавразия объединяла материки Северного полушария. Большая ее часть сейчас покрыта водой.

Давайте-ка проведем анализ воздуха. Наш чувствительный прибор явно показывает наличие свободного кислорода. Правда, пока его еще немного. Но и углекислого газа стало значительно меньше. По расчетам ученых, около 600 миллионов лет назад в атмосфере Земли была достигнута так называемая «точка Пастера». То есть состояние, при котором содержание кислорода в воздухе равняется одному проценту сегодняшнего. Казалось бы, так мало — один процент! Дышать таким воздухом нельзя. Без скафандра на родной планете не покажешься. Но при этом в живом мире Земли совершился великий перелом. Микроорганизмы при извлечении энергии для жизнедеятельности смогли перейти от брожения к дыханию. Вследствие чего они стали получать раз в пятьдесят больше энергии. Значит, они получили возможность быстрее развиваться, лучше расти.

Кроме того, увеличение концентрации «газа жизни» совпало с усилением экрана из озона в атмосфере.

Вы, наверное, помните, что *озон* — это тот же кислород, только в другой форме. Например, все знают, что углерод бывает в виде угля, графита и алмаза. Так же и кислород. В одном случае — это привычный нам всем газ, без цвета, без запаха, энергичный окислитель, который мы называем «газом жизни». В другом — газ синего цвета с резким запахом свежести. Он образуется при сильных электрических разрядах и под действием ультрафиолетовых лучей Солнца. Это и есть озон. Основная его масса располагается в атмосфере в виде слоя или экрана, окружающего Землю на высоте от десяти до пятидесяти километров. Озон ослабляет жесткое ультрафиолетовое излучение, вредное для органической жизни. В то время, о котором идет речь, опасные лучи уже не проникали так глубоко под воду, как раньше. И для живых организмов открылась для

заселения вся толща океанической воды. Вот тут-то и произошел настоящий биологический взрыв.

Давайте попробуем спуститься. Воспользовавшись герметичностью кабины нашей машины, посмотрим, что же представляли собой океаны начала палеозойской эры.

Медленно, чтобы никого не напугать, машина входит в первые метры океанской воды. Кажется, наши опасения напрасны. Пугать некого, ни одной рыбки. Может быть, мы вообще попали в безжизненный район? Нет, какое-то зеленоватое облачко прошло мимо иллюминатора. Это скопление одноклеточных и многоклеточных синезеленых водорослей — главных поставщиков кислорода в первобытную атмосферу. А вон в отдалении, покачивая прозрачным куполом, плывет боком большущий медузин зонт.

Мы опускаемся все глубже. Становится темновато. Не страшно — у нас есть мощные прожекторы. Кроме того, первичные океаны были довольно мелководны. Дно густо населено. Красные и зеленые водоросли. Бокалы древних губок. Прекрасные актинии всех оттенков, похожие на диковинные цветы. Тут же морские звезды — неутомимые охотницы за моллюсками. У большого камня на дне легким сизоватым дымком поднялось облачко ила. На поверхность камня выбрался трилобит, похожий на большую мокрицу. В переводе с древнегреческого «трилобит» означает — трехдольный. Тело этого древнего членистоногого разделено поперек на три отдела: голову, туловище и хвост. Но этого природе показалось мало. Она разделила трилобита еще и вдоль на три части.

Смотрите, смотрите, наш придонный житель не только

ползает по дну, но и умеет плавать. Эх! Из-за пышного куста красных водорослей навстречу пловцу выбросились два длинных щупальца. Р-раз! — одно из них обвилось вокруг трилобита. Два! — второе пришло на помощь первому. Притянутый к невидимому хозяину страшных щупальцев трилобит исчез в водорослях. Жаль, что мы не захватили с собой гидрофон — прибор, улавливающий звуки подводной жизни. А то бы мы наверняка услышали скрежет рогового клюва о щитки и чавканье. Это головоногий моллюск — наутилоидей раздобыл себе легкую закуску перед обедом.

Пройдет сто миллионов лет, и трилобиты с наутилоидеями так размножатся, что заселят все океанское дно. Наутилоидеи вырастут до громадных размеров. Сегодня палеонтологи находят остатки их раковин длиной до шести метров. Появятся в океане и родственники наутилоидей — гиганты аммониты. Некоторые из них не поместились бы в современной квартире от пола до потолка.

Чуть позже, в кембрии — первом периоде палеозойской эры — по дну поползут первые клешнеусые — огромные хищные ракоскорпионы. Они достигнут двух метров длины и станут самыми большими из всех членистоногих, когда-либо населявших нашу планету.

Те, что помельче, спасаясь от преследования, вылезут на сушу и попробуют дышать атмосферным воздухом. Но это все еще будет. Пока же суша мертва. Ни зеленой травинки на ней, ни насекомого. Ничего живого...

Давайте двигаться дальше. Все-таки скучна планета без жизни. Какие бы фейерверки ни устраивала природа, как бы эффектно ни встряхивали землетрясения земную кору, не расцвечивали ее лавой вулканы, главная достопримечательность планеты — жизнь!

ОСТАНОВКА ПЯТАЯ

Наша пятая остановка на границе юрского и мелового периодов. Расстояние от нашего времени примерно сто тридцать — сто сорок миллионов лет. Соответствующие слои земли выделил французский минералог при Парижском естественно-историческом музее Александр Броньяр в 1829 году. А название дали по швейцарско-французским Юрским горам, где производились раскопки.

Меловой период, или просто мел, выделил бельгийский геолог Омалиус д'Аллуа в 1822 году. Он назвал его так из-за

обилия мела, встречавшегося в этих слоях.

Если во время прошлых наших остановок суша была «безвидна и пуста», то сейчас картина совсем иная. А ведь мы перепрыгнули всего через четыреста миллионов лет. Жизнь явно набирает темпы. Раньше мы проходили без остановки миллиардолетия.

В геологическом отношении выбранное нами время все еще довольно беспокойно. Существует мнение, что именно тогда образовывался Индийский океан. Во многих частях расколовшихся материков море шло на приступ. На его пути вставали молодые горы. Земная кора вспучивалась, прогибалась, собиралась в складки. В средиземноморском поясе, в Центральной и Юго-Восточной Азии поднимались, громоздясь друг на друга, высокие утесы.

Притормозим нашу машину и посмотрим вниз. Повсюду зелень. Фантастические растения покрывают Землю. Они поднимаются из топких болот, занимают окраины теплых морей и подступают к подножиям гор. Гигантские папоротники, какие-то непонятные толстые стволы без древесины, каждый с пучком мясистых темно-зеленых листьев на макушке.

Наша машина совершила посадку на пляже, неподалеку от берега моря. Газовый анализатор показывает, что кислорода вполне достаточно — можно дышать. Рискнем выйти? Или хотя бы откроем люк.

Какие странные деревья нас окружают, похожие на траву-переросток. Будто мы стали маленькими и оттого стебли травинок выросли, а насекомые, ящерицы и лягушки превратились в чудовищ.

Вот пролетела стрекоза, размером с гуся. А из-под камня, с легкостью отвалив солидный валун, вылезла сороконожка. Нет, это скорее стоножка, тысяченожка! Блестящее членистое тело, извиваясь, идет и идет. Как только не запутается, ступая таким количеством ног!

Всплеснула вода в бухте. Вскипела крутым водоворотом. Это ихтиозавр — ящер. На вид — помесь дельфина с крокодилом. Морской хищник промышляет себе обед. Он всегда голоден, всегда в движении, всегда что-то ищет и кого-то жрет.

Смотрите-ка, возле нашей кабины появилось еще одно толстое дерево. Да это и не дерево вовсе, а огромная чешуйчатая лапа, похожая на птичью. Динозавр — король юрского и мелового периодов. Его название в переводе означает «ужасный», или «страшный», или «удивительный» ящер. И все эти эпитеты приложимы к обширному племени. Среди них есть ужасные хищники, страшные всему живому. Есть и мирные травоядные, удивительные своим ростом и способностью передвигаться прыжками на двух лапах, опираясь на толстый хвост. Не будь динозавр таким большим, его можно было бы сравнить с ощипанной курицей, прыгающей между кустами. Впрочем, травоядный ящер спешит не зря. Трясется земля от топота самого крупного хищника за всю историю планеты — страшного тираннозавра. Он быстрее мирного травоядного. Вот он его легко настиг, ухватил страшными челюстями за шею. Льется кровь, динозавр на земле. А в небе, поднимая ветер, уже парят и кричат пронзительными голосами крылатые ящеры. Среди них тоже есть настоящие гиганты. Например, птеранодоны с размахом крыльев до восьми метров. Представляете такого «красавчика»! А недавно, по сообщениям газет, один американский палеонтолог вроде бы откопал в Национальном парке Техаса кости совсем неизвестного до того науке летающего ящера с размахом крыльев семнадцать метров — настоящий живой самолет!

Однако природа излишеств не любит. К концу мелового периода все это буйство чудовищ в течение довольно короткого времени вымерло. Как это произошло и почему — пока неизвестно. По-видимому, в окружающей природе произошли какие-то резкие изменения. То ли похолодало Солнце, то ли на его поверхности произошел грандиозный взрыв и жесткие лучи убили ящеров-гигантов. Да и не только ящеров. Одновременно изменился и растительный мир Земли. Исчезли гигантские папоротники, пропали огромные деревья, похожие на травы. Случилось, действительно, нечто грандиозное. А вот что — об этом мы пока можем только гадать. Неизвестная катастрофа заменила царство пресмыкающихся царством млекопитающих. Вот у них-то я и предлагаю сделать следующую, шестую

остановку.

ОСТАНОВКА ШЕСТАЯ

Мы опускаемся на обширной равнине, покрытой жесткой травой. Кое-где виднеются группы деревьев. Типичный пейзаж современной саванны. Между тем от нашего времени этот мир отделяют 25 миллионов лет. Это примерно граница между палеогеновым и неогеновым периодами. Посмотрите на таблицу, чтобы сориентироваться... Эта эпоха хорошо изучена палеонтологами, благодаря множеству остатков древних животных, погребенных в земных слоях.

Расцвет века млекопитающих.

Почти пятьдесят миллионов лет назад среди гигантов ящеров появились маленькие шустрые зверьки не больше крысы величиной. Это были животные совершенно нового типа. Мало того, что их тщедушные тельца были покрыты шерстью. В жилах у них текла горячая, а не холодная, как у ящеров, кровь. И это помогало им сохранять одну и ту же температуру при похолоданиях и не терять резвости.

В эпоху пресмыкающихся на большей части суши климат был теплый. И динозавры не знали холодов. Но мир менялся. Поднимались на бескрайних равнинах горы. Вершины их покрывались ледниками. Вместо теплых дождей с неба падали хлопья снега. При низкой температуре ящеры цепенели. Они становились малоподвижными, неповоротливыми. Крошечные пушистые твари с острыми зубами постепенно одолевали гигантов. Мозг у них был более сложным, чем у глупых динозавров, а детеныши развивались в утробе матери и рождались живыми. Зверьки выкармливали их собственным молоком и потому получили название «млекопитающих».

Сначала развитие нового класса шло по проторенному ящерами пути. Чтобы выжить в суровой борьбе за существование,

нужно было тоже иметь рост, силу и острые зубы. Вот и выживали те, кто приобретал необходимые свойства. Одни достигали громадных размеров. Другие имели устрашающий облик, и сила их мускулистых тел дополнялась острыми, как сабли, зубами. Впрочем, лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать, говорит мудрая пословица. Откроем-ка двери кабины и выйдем вдохнуть воздух, которым никогда не дышал человек...

Ну вот, только мы хлопнули люком, как тут же нарушили послеполуденный покой саванны. В сторону бросились какие-то животные не больше овец, чем-то удивительно знакомые по облику. О, да это гиппарионы — трехпалые предки наших лошадей. Средние пальцы на ногах у них выросли, обогнав боковые. Ногти на них увеличились и затвердели, превратились в копыта. Прекрасные получились приспособления для быстрого бега.

Вон у деревьев мирно пасется целая «гора» мяса. Посмотрим на этого исполина в стереотрубу. В нем не меньше десяти метров, если считать от холки до хвоста. Вытянув шею, он старательно объедает листья с вершины дерева. Это гигантский безрогий носорог — индрикотерий. «Сверхспециализированное» животное, приспособленное для жизни в строго определенных условиях необозримых равнин с рощами лиственных деревьев.

Но шли века. Менялась окружающая природа. Вставали горные хребты гор, преграждая путь теплым и влажным ветрам. Высыхали реки и озера, исчезали высокие деревья с мягкой, сочной листвой. Что делать растительноядным исполинам? Уходить? Далекие путешествия не легки. Измениться, приспособиться? Но условия менялись быстрее. Увы, гиганты оказались обречены и довольно быстро вымерли.

Осматривая лежащую впереди равнину, взгляд случайно задерживается на большом желтом пятне. Вдруг оно слегка шевельнулось в поле зрения стереотрубы. Прямо перед нами, неподалеку от заросшего озерца, на возвышении отдыхает властелин здешних мест — саблезубый тигр. Пожалуй, более свирепого и грозного хищника природа не создавала. Громадные

клыки, в четверть метра длиной, торчат из верхней челюсти. Железная шея и мощные передние лапы, способные переломить хребет быку. И ко всему этому — короткий, несолидный хвост. Строго говоря, это не настоящий тигр. Но похож, очень похож! И повадки у него чисто кошачьи.

Солнце стало склоняться к закату. Зверь только что проснулся. Он зевнул, широко раскрыв страшную пасть, и потянулся, выгнув спину. Пожалуй, ему не мешало бы поесть. Настоящего голода он не испытывал, слишком обильна пища в этой долине. Но аппетит давал о себе знать.

Он поглядел на индрикотериев и отвернулся. Велики. Шкура толстая, да и сил у этих неповоротливых гигантов хоть отбавляй. Внезапно маленькие уши его задергались, и он повернулся в сторону ручья, вытекающего из леса. Сквозь чащу, ломая кусты, продирались две косматые фигуры — неуклюжие и медлительные гигантские ленивцы-мегатерии. Ростом они могли бы поспорить с нашим белым медведем. Да и во всем облике животных было что-то медвежье. Густая шерсть свисала бурыми лохмотьями. Толстые костяные пластины под шкурой надежным панцирем защищали тело. Передние лапы вооружены громадными, загнутыми как серпы когтями. Звери медленно проламывались сквозь подлесок, направляясь, по-видимому, на водопой.

Саблезубый чихнул. Конечно, его зубы-ятаганы в один момент проткнут глупую шею неуклюжего верзилы. Но сколько хлопот потом возиться с косматой шкурой, натянутой на костяную броню... Нет, все-таки он был определенно еще недостаточно голоден. И вдруг тело его напряглось. Зрачки желтых глаз сузились. Он припал на передние лапы и замер. Вдоль берега озера шли мастодонты.

Вы представляете себе слона? Мастодонты казались помельче — метра два, два с половиной в холке. Но между ними, то забегая вперед, то отставая, бежал детеныш. Вот она вожделенная добыча для саблезубого: мягкая, нежная и такая вкусная. Правда, рядом с ним родители. Тигр задержался взглядом на мощной нижней челюсти самца мастодонта, вооруженной двумя длинными бивнями. Я бы сказал, что она напоминала одновременно механическую лопату и ковш экскаватора. Ее обладатель на ходу подчерпывал челюстью-ковшом болотные растения, клубни, тут же сортировал языком, сбрасывал лишнее, а все, что годилось в пищу, попадало на жернова зубов. Челюсть являлась поистине уникальным инструментом. Когда рот животного был закрыт, в нижней челюсти, как в лотке или корыте, покоился короткий хобот. Впрочем, он тоже принимал участие в процессе добывания пищи. Хоботом мастодонт срывал ветви сверху. В общем, перед

нами настоящая «машина» по переработке растительной пищи.

Самка мастодонта казалась немного поменьше самца. Взрослые животные были голодны. То ли шли они издалека, то ли наступал час кормежки.

При виде озера, покрытого плавающими растениями, самец хрюкнул и повернул к воде. Еще бы, ведь самые сочные, самые вкусные клубни росли совсем недалеко от берега. Он вошел в воду и побрел к зарослям. Мастодонтиха подняла хобот, с шумом втянула в себя воздух. Но ветер дул к холму. Успокоившись, она подтолкнула детеныша к прибрежным кустам и тоже отправилась в озеро.

Мамонт. Наскальный рисунок.

Саблезубый ждал. Короткий хвост время от времени вздрагивал, метался из стороны в сторону. Мастодонты, поглощенные едой, отходили все дальше и дальше от берега. И тогда тигр пополз. Он стлался по земле, сливаясь с ней окраской, и, казалось, даже качание стеблей не выдавало его движения.

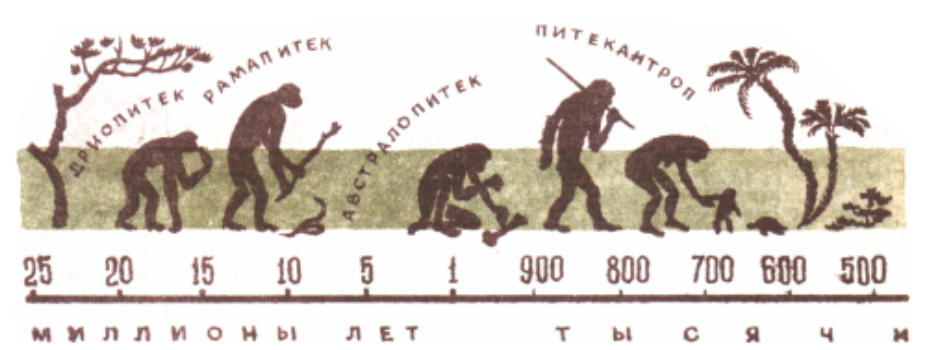
Детеныш забеспокоился, взвизгнул. Мать с шумом подняла голову. Детеныш попытался сойти в воду. Но у самого берега было глубоко и топко. И тогда саблезубый прыгнул.

Как и всякая другая кошка, он не любил мочить лапы...

Оба гиганта одновременно рванулись к берегу, но не смогли сделать ни шага. Всеми четырьмя ногами они прочно увязли в

липком иле. Трясина лишь подавалась при рывках, засасывая глубже и глубже. Ужас и ярость овладели животными. Они громко затрубили и забились с такой силой, что, казалось, ничто не выдержит отчаянного напора. Но взбаламученная трясина лишь пузырилась, не отпуская свои жертвы. Первой замолчала самка. Трубный вопль ее внезапно оборвался. Черная вода взбурлила, забулькала, и все кончилось. Вскоре скрылась под водой и голова самца.

Саблезубый отволок добычу к логову на холме и приступил к ужину. А на ближайшие деревья уже слетелись большие черные птицы с голыми шеями и красными морщинистыми головами — древние стервятники, питающиеся падалью. Их крылья достигали в размахе трех метров, а клювами они раскалывали крупные кости. Но никогда стервятники не вступали с жертвами в открытый бой. Они всегда только ждали. Ждали, когда попавшее в беду животное околеет или, выбившись из сил, ослабнет настолько, что можно будет без помех выклевать ему глаза и разорвать брюхо. Не брезговали они и остатками пиршества четвероногих хищников. Они ждали...



А теперь — в путь. Впереди последняя остановка в прошлом Земли — в четвертичном, или антропогеновом периоде.

ОСТАНОВКА СЕДЬМАЯ

Итак, наша последняя остановка. На счетчике 40 000 лет, отделяющие Машину времени и ее экипаж от нашей эпохи. 40 000 лет — пустяк по сравнению с тем временем, в котором мы побывали.

Машина опускается и останавливается, накренившись в сторону выхода.

Вместе со свежим воздухом в кабину врывается холод. Видно,

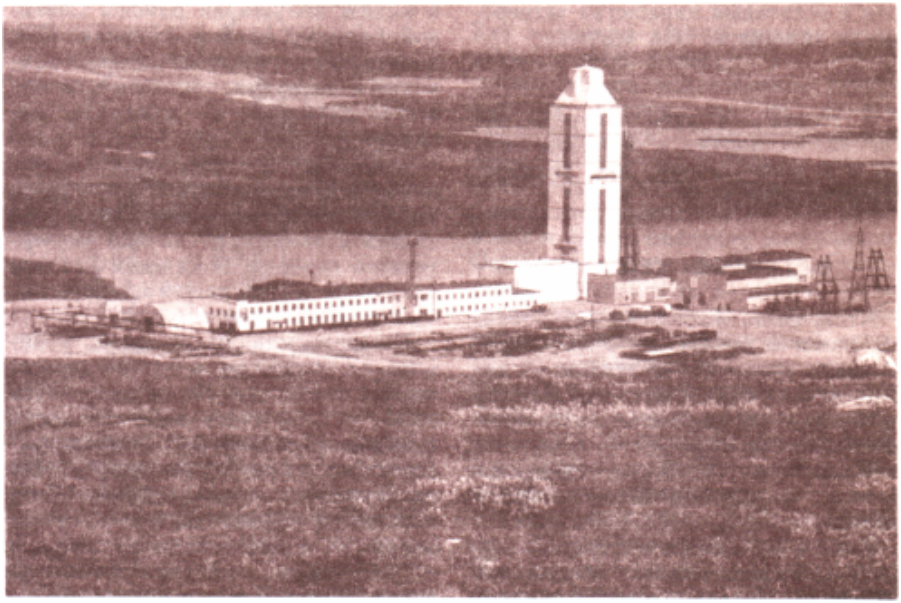
мы попали в зимнее время. А может быть, это зона оледенения? В четвертичном периоде климат не раз менялся. Некоторые ученые считают, что и наша эпоха находится в весьма неустойчивом климатическом равновесии. Стоит среднегодовой температуре понизиться на длительное время хотя бы на три градуса, как в горах начнут образовываться нетающие ледники. Набирая силы, поползут они в долины. И начавшееся оледенение захватит в нашем полушарии районы Северной Европы, Азии и Америки. Пик последнего крупного оледенения приходится на время, отстоящее от нас всего примерно на двадцать тысяч лет.

Существует мнение, что такие изменения климата вполне закономерны, что подобные похолодания случались и раньше, до начала четвертичного периода. И каждый раз они влияли на жизнь нашей планеты самым решительным образом.

Мы приземлились в горах, у самого их подножия, в сильно пересеченной местности. Неподалеку, чуть ниже, ровная степь взбегает вверх и обрывается крутым уступом высотою не менее сотни метров. По степи кружит снеговая поземка. Небо облачно. Вечереет. Давайте переберемся на другую сторону ущелья и посмотрим, что находится за уступом.

Нелегко без специального снаряжения бродить по горам. Острые скалы, осыпи, кажется, подстерегают каждый шаг.

Мы спускаемся вниз и идем по ущелью, огибая высокий утес. Но что это? Откуда-то издалека доносится жуткий, леденящий кровь вой. Скоро к одному волчьему голосу присоединяется другой, третий. Эхо вторит голосам зверей, отражается, усиливается. Кажется, мы поступили легкомысленно, удалившись от своей машины.



Кольская сверхглубокая.

Вой то затихает, то возобновляется с новой силой. Временами, когда ветер дует в нашу сторону, он заглушается дробным топотом. Что там происходит?

Вдали показывается облако желтой пыли. Его сопровождает топот, ржание. Скоро можно различить небольшой табун диких лошадей, летящих во весь опор по степи. Видимо, их преследует невидимая стая. И, когда табун уже близко, когда он готовится свернуть к реке, волчий вой раздается совсем рядом с нами. Из-за камней мы видим приземистую человеческую фигуру в шкуре, наброшенной на плечи, с длинным копьем и дротиками. Человек приставил руки ко рту и воет, подражая волку. Лошади дружно меняют направление и устремляются вверх по пологой части уступа. «У-у-у-о-у!!» — несется им вслед. Обезумевшие от страха, дикие скакуны возносятся к обрыву и... летят вниз! «У-лю-лю-лю-лю-лю!!» — кричит человек. Он вскакивает на камень, машет копьем, и на равнине одна за другой появляются такие же приземистые, коренастые фигуры других охотников, принимавших участие в облаве. Охота окончена. Внизу на скалах лежат разбившиеся насмерть и умирающие животные, которых тут же добивают неизвестно откуда взявшиеся женщины и подростки.

Ужасная сцена, бессмысленная жестокость: все равно ведь им не съесть столько мяса сразу — оно испортится, пропадет...

Некоторые специалисты считают, что главной причиной

вымирания крупных травоядных был человек. Животные людей не боялись. Что представляли собой неандертальцы, охоту которых мы видели? Рост — сто тридцать — сто сорок сантиметров, как у современного третьеклассника. Но фигуры массивные, приземистые, с короткими кривыми ногами и толстыми руками. У них были косматые головы с покатыми лбами и маленькими глазками. С нашей точки зрения — облик малосимпатичный. Неандертальцы знали огонь и умело изготавливали оружие. Однако тридцать — сорок тысяч лет назад они уже были вымирающими племенами. Их теснили люди современного типа: рослые, плечистые, красивые. Со временем они завоевали всю Землю, и с той поры физический облик человека мало изменился.

Наше путешествие по времени закончилось. Пора возвращаться домой, в свою эпоху. У каждого периода свои задачи. Нас ждет дома множество нужных и интересных дел, которые никто не сделает за нас. А сколько еще предстоит загадок разгадать, сколько задач решить. Хорошо, что они есть. Узнавать новое — есть ли что-нибудь интереснее на свете?..

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В конце августа 1982 года вместе с двумя коллегами — ленинградскими писателями я уехал в командировку на Кольский полуостров. Поездом добрались до Мурманска, пересели на автобус и отправились в Заполярный, где находилась Кольская геологоразведочная экспедиция. Там же, километрах в двадцати от города горняков, разместилась Кольская сверхглубокая скважина СГ-3 — цель нашей поездки.

Дорога петляла. «Газик» с рычанием брал подъемы, объезжая валуны и лужи. Лето в тундре кончилось. Кругом, куда ни взглянешь, — ровная, чуть всхолмленная сопками поверхность, расцвеченная мягкими красками осени, да камни. Мириады камней, сходящиеся россыпями к горизонту. Никогда я не видел такого их обилия.

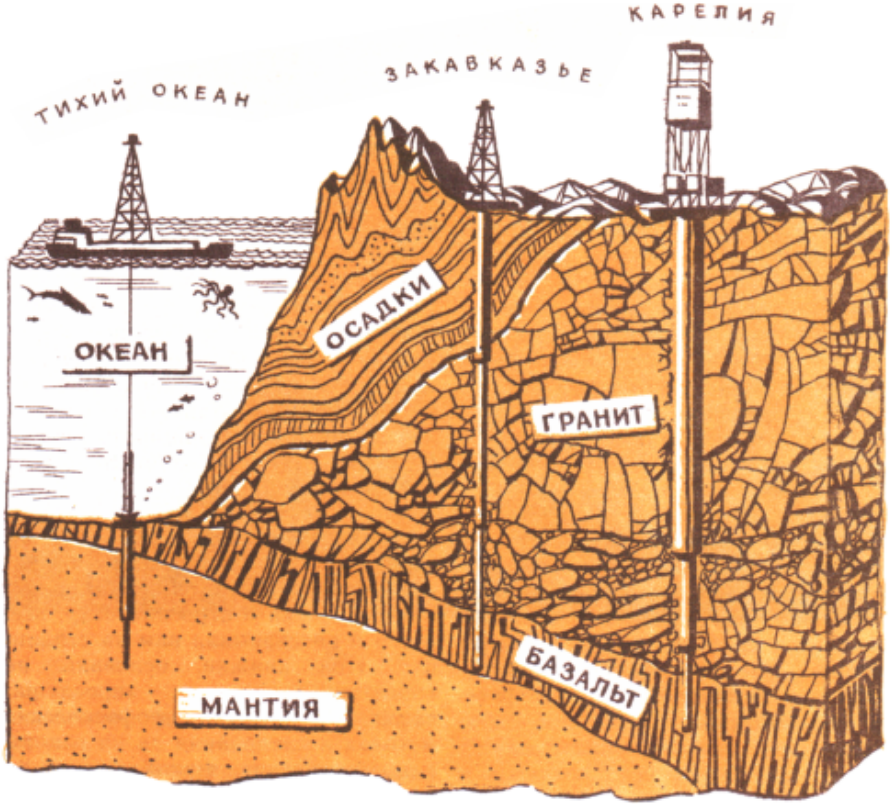
Но вот последний поворот, и перед глазами возникает белая башня с пристроенным к ней зданием-кораблем. Буровая! Она стоит у кромки воды и совсем не похожа на те вышки, к которым мы привыкли по бесчисленным кадрам кинохроники. Это солидное здание, целый комплекс научно-исследовательского института в безлюдной тундре.

Мои коллеги — геологи. И на буровой у них оказались общие знакомые, однокашники, бывшие студенты-ученики. Они с таким

удовольствием водили нас по своему обширному хозяйству и так откровенно и бесхитростно хвастались, что мы втроем дружно впали в состояние самой черной зависти. Еще бы, наши представления о строении недр, все, о чем я рассказывал вам на страницах этой книжки, основаны на «простукивании», на «прослушивании», на косвенных геофизических методах исследования да на гипотезах. Но получить точные ответы на свои вопросы геологи могут лишь подержав в руках образцы, вынутые с заданного горизонта. Изучив их, подвергнув всевозможным физикохимическим исследованиям. Наверное, поэтому почти одновременно с мечтой о полетах за пределы атмосферы возникла мечта и о проникновении в глубокие недра. То ли с помощью сверхглубокого бурения, то ли на автономном снаряде, который, как крот, вгрызается в горные породы. Немало научно-фантастических книжек посвящено этой мечте.

Однако проникнуть в глубины собственной планеты оказалось потруднее, чем преодолеть ее притяжение, слетать на Луну, совершить посадку автомата на Венере и Марсе и облететь Меркурий, Юпитер и Сатурн...

Научная идея пробурить серию сверхглубоких скважин, чтобы уточнить строение земной коры, родилась у нас, в Советском Союзе. В 1961 году ее высказал известный геохимик Н. И. Хитаров. Он же определил первоочередные задачи и наметил районы будущих сверхглубоких скважин. Были и другие предложения и проекты.



О *таких скважинах мечтают геологи.*

Интересную программу работ разработали в том же 1961 году геолог Н. А. Белявский и геофизик В. В. Федынский. Они предложили пробурить всего пять скважин. И с их помощью получить весь разрез земной коры — от осадочного чехла до базальтового слоя с границей Мохоровичича. При этом они выбрали районы для скважин с таким расчетом, чтобы каждая наиболее полно раскрывала один какой-нибудь слой, имеющий в этом районе наиболее широкое развитие. Авторы проекта считали, что такая программа разрешит наконец вековой спор, из чего же состоят глубинные гранитный и базальтовый слои; что удастся понять, почему вдруг на поверхности Конрада и Мохоровичича меняются скорости распространения сейсмических волн. Да и вообще, такие скважины помогли бы решить многие фундаментальные вопросы геологии.

В 1964 году во Всесоюзном научно-исследовательском институте буровой техники Министерства нефтяной промышленности СССР, была создана проблемная лаборатория сверхглубокого бурения. Возглавил ее профессор И. С. Тимофеев.

А год спустя... Впрочем, на буровой нам показали «Летопись коллектива Кольской ГРЭ (геологоразведочной экспедиции)».

За короткими строчками записей скрыт огромный объем работы. Нужно было разработать комплекˆ технических заданий для промышленности, сконструировать уникальные буровые агрегаты, которых еще не знал мир.

А время не ждало. И вот — следующая запись:

«1966 год. 2 апреля. На северном берегу озера Вильгисоддеоайвинярви определено место заложения СГ-3».

Озеро со сверхдлинным названием стало ориентиром для будущей сверхглубокой скважины. А работы продолжались...

«1970 год. 24 мая, 12 час. 30 мин. Начато бурение на Кольской экспериментальной опорной скважине».

Конечно, некоторый опыт проходки «сверхглубоких» у буровиков все-таки был. В 1968 году первая Аралсорская сверхглубокая скважина в прикаспийской впадине достигла глубины 6806 метров. Позже неподалеку от нее была заложена вторая, Биикжальская, скважина, которая тоже опустилась на глубину более шести километров.

Набирали опыт и буровики других стран. В Америке начали проходку сверхглубокой недалеко от города Сан-Франциско. Здесь часто происходят землетрясения, и американские ученые рассчитывали выяснить механизм сброса, который приводит к разрушительным катастрофам... А на Кольском в летописи появилась такая запись:

«1975 год. 17 апреля. Завершение 1-го этапа бурения. Глубина проходки 7263 метра».

Наши буровики расстраивались. Американцы опережали. Их скважина, названная «Берта Роджерс», углублялась быстрее. Но вот:

«1976 год. 11 августа. Государственная комиссия приняла объекты новой буровой установки «Уралмаш-15 000» с оценкой «отлично».

Да, Урал поставил нашим буровикам уникальное отечественное оборудование, разработанное впервые в мировой практике. Началось бурение по второму этапу, и советские буровики стали наращивать темпы. А скоро в вахтенном журнале появилась озорная запись:

«1979 год. 6 июня, 20 час. 35 мин. Глубина 9583 метра. «Берта Роджерс», чао, гуд бай!»

С этой минуты советская сверхглубокая стала лидером. И к тому дню, когда на буровую приехали мы, общая глубина равнялась 11 500 метрам. Это был не просто рекорд. Это было выдающееся достижение советской науки и техники.

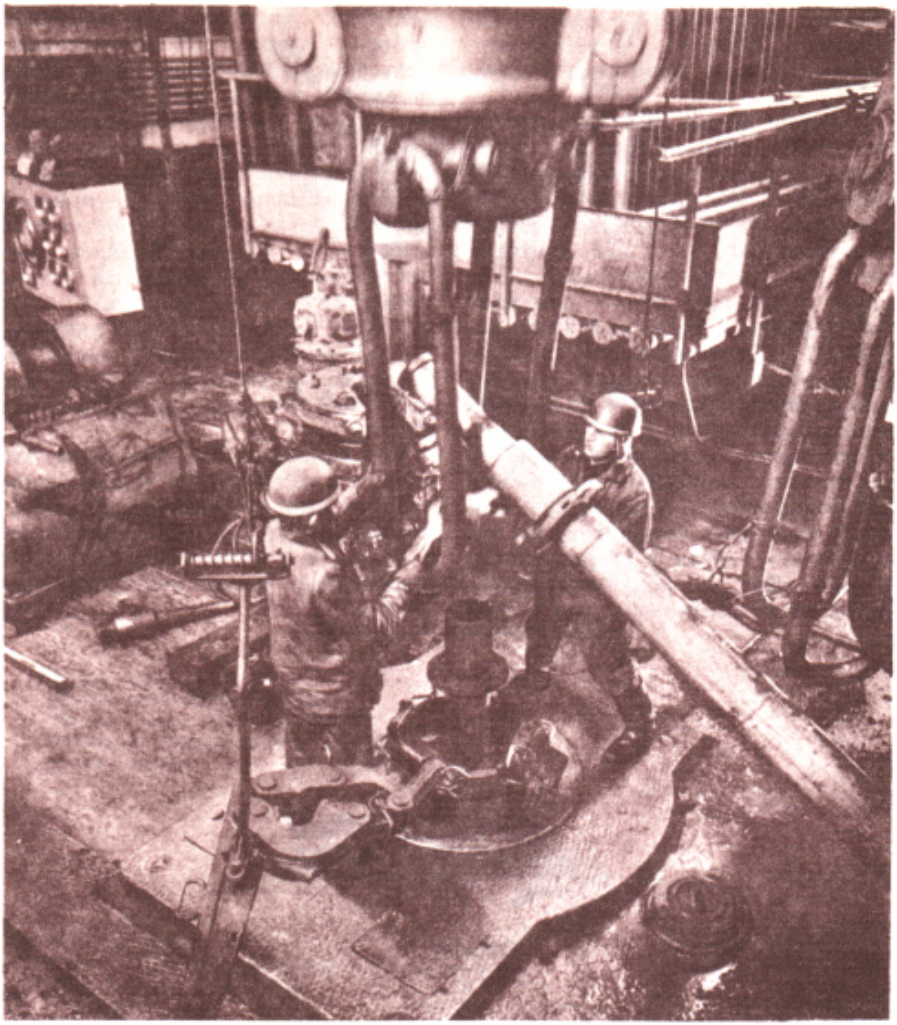
В кернохранилище мы рассматривали обломки породы, вынутой из забоя на разных горизонтах: вот жильный кварц с глубины 10 000 метров, а вот слюдистый амфиболит с гранатом и кварцем, с полевошпатовой прослойкой и с вкраплениями халькопирита...

Глубина 11500 метров... Бурение продолжается.

У нас разный подход к делу. Американские специалисты делают главный упор на исследование современных глубинных процессов. Советские же ученые ставят своей целью изучение состава и структуры земной коры в зонах, относящихся к разным тектоническим эпохам. Результаты покажут, какое из выбранных направлений более перспективно.

Много трудностей у проходчиков сверхглубоких скважин. Им нужно следить, чтобы не искривился ствол, чтобы не полопались трубы. Чем глубже скважина, тем больше времени уходит на спуск и подъем труб. Это все, так сказать, технические трудности. Но есть и принципиальные. У сверхглубокого бурения существует два барьера, через которые не перешагнуть пока современной технике. Первый — высокая температура в недрах Земли. Никакая существующая сегодня техника не в состоянии работать, то есть бурить горные породы при температурах выше трехсот градусов. А второй барьер — трещиноватость пересекаемых скважиной пород. Не выдерживая нагрузки, эти породы обваливаются. Образуются огромные каверны, которые выводят скважину из строя. Пока надежных методов борьбы с ними нет.

Под ногами — одиннадцать километров глубины.



Бурение продолжается!

Таким образом, хотя технические средства и подготовлены для решения важных научных задач, исследование высокотемпературных зон Земли и разломов пока технически невозможно.

Может возникнуть вопрос: «Почему о сверхглубоких скважинах мы говорим, как об уникальных сооружениях, сравниваем их даже с полетами в космос? Подумаешь — большое дело — продырявить землю!..»

А знаете ли вы, сколько времени требуется, чтобы пробурить сверхглубокую скважину с полным отбором керна? Расчеты наших и американских специалистов здесь вполне сходятся. Так вот: для проходки пяти- или шестикилометровой скважины

буровикам нужно примерно год налаженной работы. А чтобы добраться до запланированного предела в пятнадцать километров, этот срок требуется увеличить по крайней мере до десяти лет. С каждым километром возрастают трудности: плотнее становятся породы, выше давление, поднимается температура. Никакие известные материалы не выдерживают работы в сверхглубоких недрах. Вот и получается, что, несмотря на достижения в освоении дальнего космоса, практическое изучение глубин собственной планеты еще только начинается. Представляете, сколько интересного ждет геологов и геофизиков! «Изучение земной коры и верхней мантии Земли на территории нашей страны продолжается. Основа успеха — мощный научный и технический потенциал Советского Союза», — пишет министр геологии СССР доктор технических наук Е. А. Козловский.

И мы с вами можем быть уверены, что в самое ближайшее время во взглядах на строение планеты нас ждут новые и очень интересные открытия.

Нет сомнения, что они соблазнят кого-то и из читателей этой книжки, побудят выбрать одну из многочисленных специальностей, связанных с бурением, с геологией, с изучением земных недр. Желаю вам в этом деле успеха.

ДОРОГИЕ РЕБЯТА!

Автор, художник и редакция ждут ваших отзывов о содержании и оформлении этой книги.

Укажите, пожалуйста, свой точный адрес и возраст.

Пишите нам по адресу: Ленинград, 191187, наб. Кутузова, 6. Дом детской книги.

ДЛЯ СРЕДНЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА
Томилин Анатолий Николаевич
КАК ЛЮДИ ИЗУЧАЛИ СВОЮ ЗЕМЛЮ

Ответственный редактор О. В. Москалёва.
Художественный редактор А. В. Карпов.
Технический редактор Л. Б. Куприянова.
Корректоры Н. Н. Жукова и Л. А. Бочкарёва.
ИБ 6931

Сдано в набор 18.01.83. Подписано к печати 01.06.83. Формат 70x100$^{1}/_{16}$. Бумага офсетная № 1. Шрифт литературный. Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,35. Усл. кр.-отт. 51,92. Уч.-изд. л. 10,91 + вклейки = 11,84. Тираж 100 000 экз. М-37355. Заказ № 457. Цена 1 р. 30 к. Ленинградское отделение ордена Трудового Красного Знамени издательства «Детская литература». Ленинград, 191187, наб. Кутузова, 6. Фабрика «Детская книга» №

2 Росглавполиграфпрома Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Ленинград, 193036, 2-я Советская, 7.

Томилин А. Н.

Т 56 Как люди изучали свою Землю: Научно-художественная книга/Оформл. и рис. Б. Забирохина. — Л.: Дет. лит., 1983. — 142 с., ил.

В пер.: 1 р. 30 к.

Научно-художественные очерки об истории познания Земли.

1 р. 30 к.

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ДЕТСКАЯ
ЛИТЕРАТУРА»